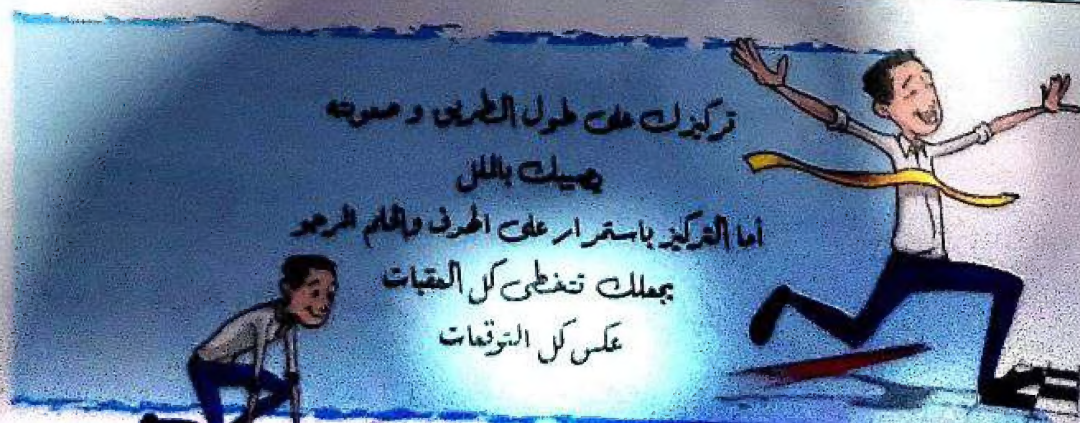


الكميات الفيزيائية

الواردة بالمنهج ورموزها ووحدات قياسها

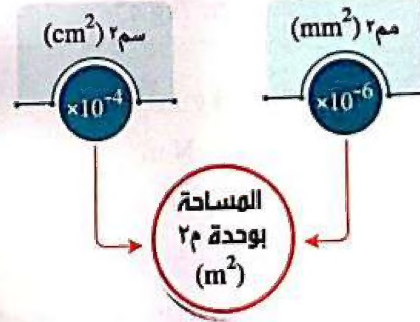
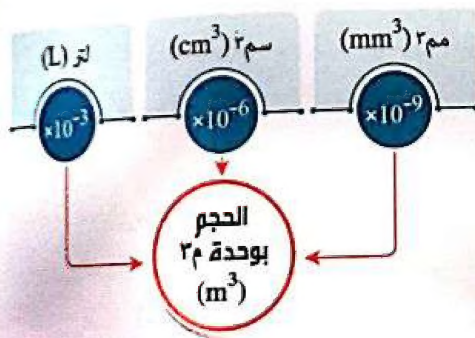
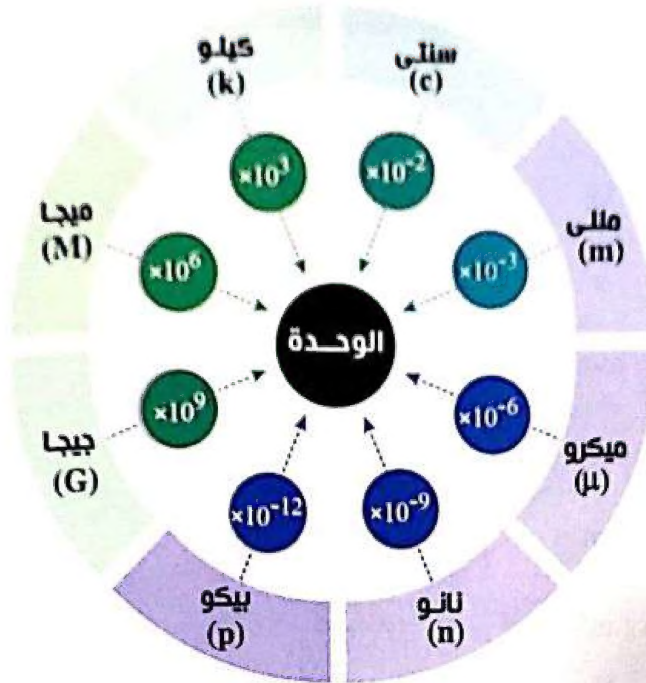
وصيغ أبعادها

الكمية الفيزيائية	الرمز	وحدة القياس في النظام الدولي	صيغة الأبعاد
الطول	l	متر (م)	L
الكتلة	m	كيلوجرام (كجم)	M
الزمن	t	ثانية (ث)	T
السرعة	v	م/ث	LT^{-1}
العجلة	a	م/ث ²	LT^{-2}
كمية التحرك	P	كجم.م/ث	MLT^{-1}
القوة	F	كجم.م/ث ² أو نيوتن	MLT^{-2}
ثابت الجذب العام	G	نيوتن.م ² /كجم ² أو م ² /كجم.ث ²	$M^{-1}L^3T^{-2}$
الشغل	W	كجم.م ² /ث ² أو نيوتن.م	ML^2T^{-2}
الطاقة	E	جول	



التكامل مع الرياضيات

١ تحويل الكسور والمضاعفات إلى الوحدات العملية

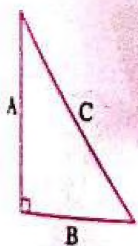


٢ نظرية فيثاغورس

• في المثلث القائم إذا كان A ، B هما ضلعي القائمة، C هو الوتر فيكون :

$$C^2 = A^2 + B^2$$

$$C = \sqrt{A^2 + B^2}$$



الهرم التعليمي
قلب التعليم النابض



• في المثلث القائم الزاوية يمكن تعيين النسب المثلثية للزاوية θ من العلاقات الآتية :

جيب الزاوية $(\sin \theta) = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$ ، جيب تمام الزاوية $(\cos \theta) = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$

ظل الزاوية $(\tan \theta) = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$ ، $\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$

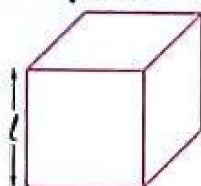


٤ محيطات ومساحات وحجوم بعض الأشكال الهندسية

ب

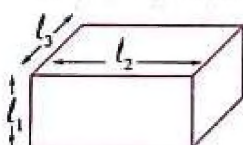
الأشكال المجسمة

المكعب



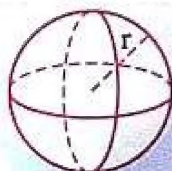
الحجم = l^3

متوازي المستطيلات



الحجم = $l_1 \times l_2 \times l_3$

الكرة



الحجم = $\frac{4}{3} \pi r^3$

الأسطوانة



الحجم = $\pi r^2 \times h$

أ

الأشكال المسطحة

المربع



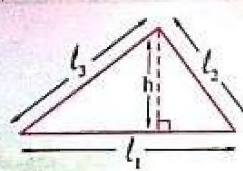
المحيط = $4l$ | المساحة = l^2

المستطيل



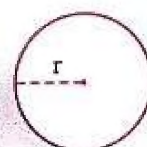
المحيط = $2(l_1 + l_2)$ | المساحة = $l_1 \times l_2$

المثلث



المحيط = $l_1 + l_2 + l_3$ | المساحة = $\frac{1}{2} l_1 \times h$

الدائرة



المحيط = $2 \pi r$ | المساحة = πr^2

الخاصية

$$(2^0) = 1$$

$$(-4)^1 = -4$$

$$(3)^{-2} = \frac{1}{(3)^2} = \frac{1}{9}$$

$$(2^2)^3 = (2)^{2 \times 3} = (2)^6 = 64$$

$$(2 \times 3)^2 = (2)^2 \times (3)^2 = 36$$

$$\left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{(1)^2}{(3)^2} = \frac{1}{9}$$

$$(2)^3 \times (2)^{-2} = (2)^{3+(-2)} = (2)^1 = 2$$

$$\frac{(3)^4}{(3)^{-2}} = (3)^{4-(-2)} = (3)^6 = 729$$

$$(8)^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{8} = 2$$

$$x^0 = 1$$

$$x^1 = x$$

$$x^{-m} = \frac{1}{x^m}$$

$$(x^m)^n = x^{mn}$$

$$(xy)^m = x^m y^m$$

$$\left(\frac{x}{y}\right)^m = \frac{x^m}{y^m}$$

$$x^m x^n = x^{m+n}$$

$$\frac{x^m}{x^n} = x^{m-n}$$

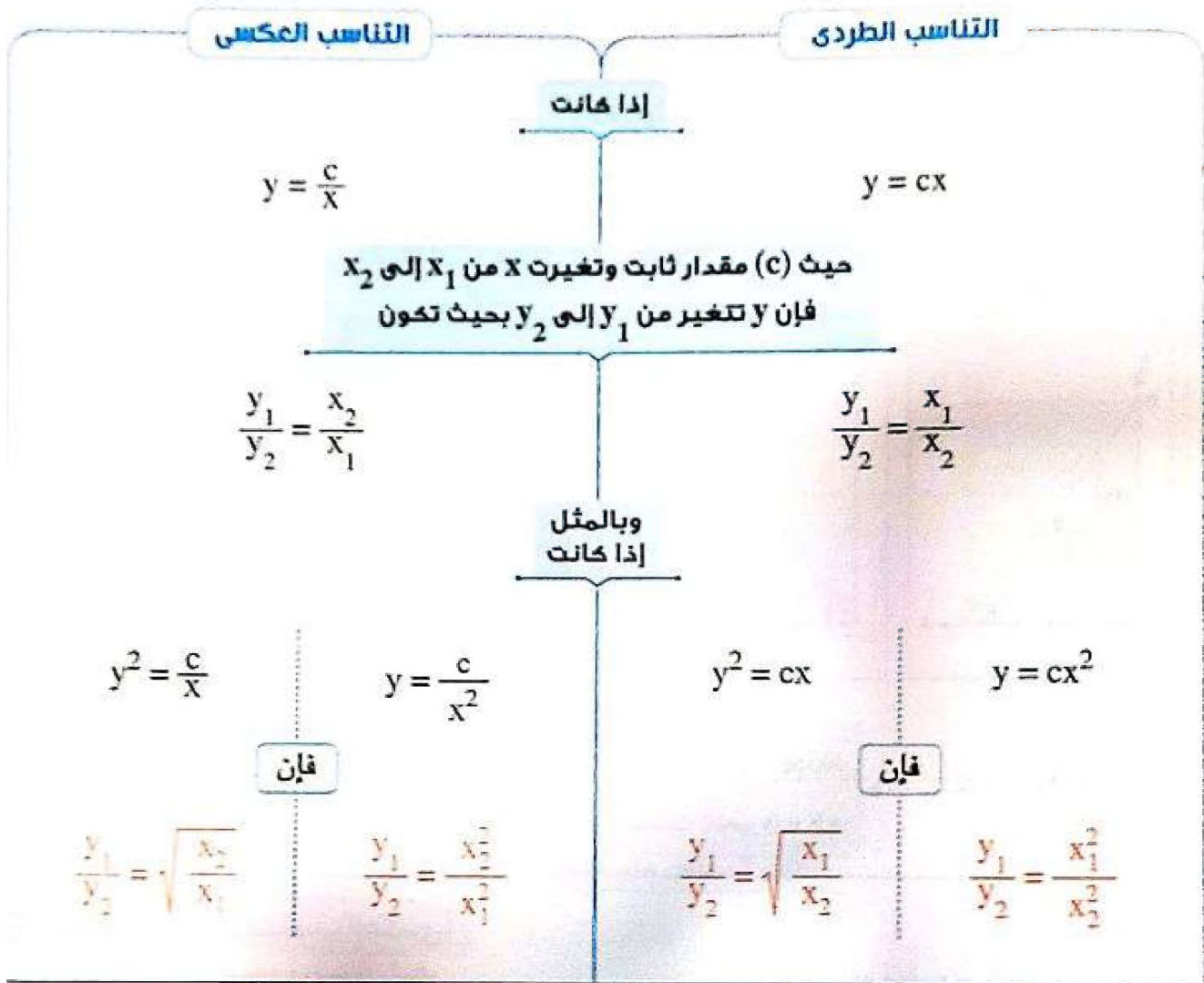
$$x^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{x^m}$$

الهرم التعليمي
قلب التعليم النابض



الطريق التعليمي
EDUCATIONAL altreeq





الهرم التعليمي

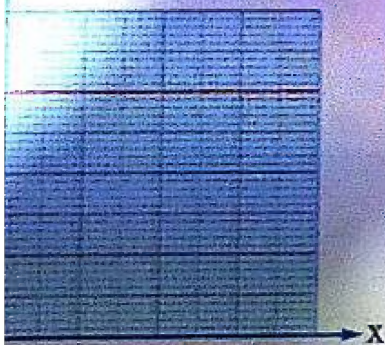
قلب التعليم النابض



التمثيل البياني

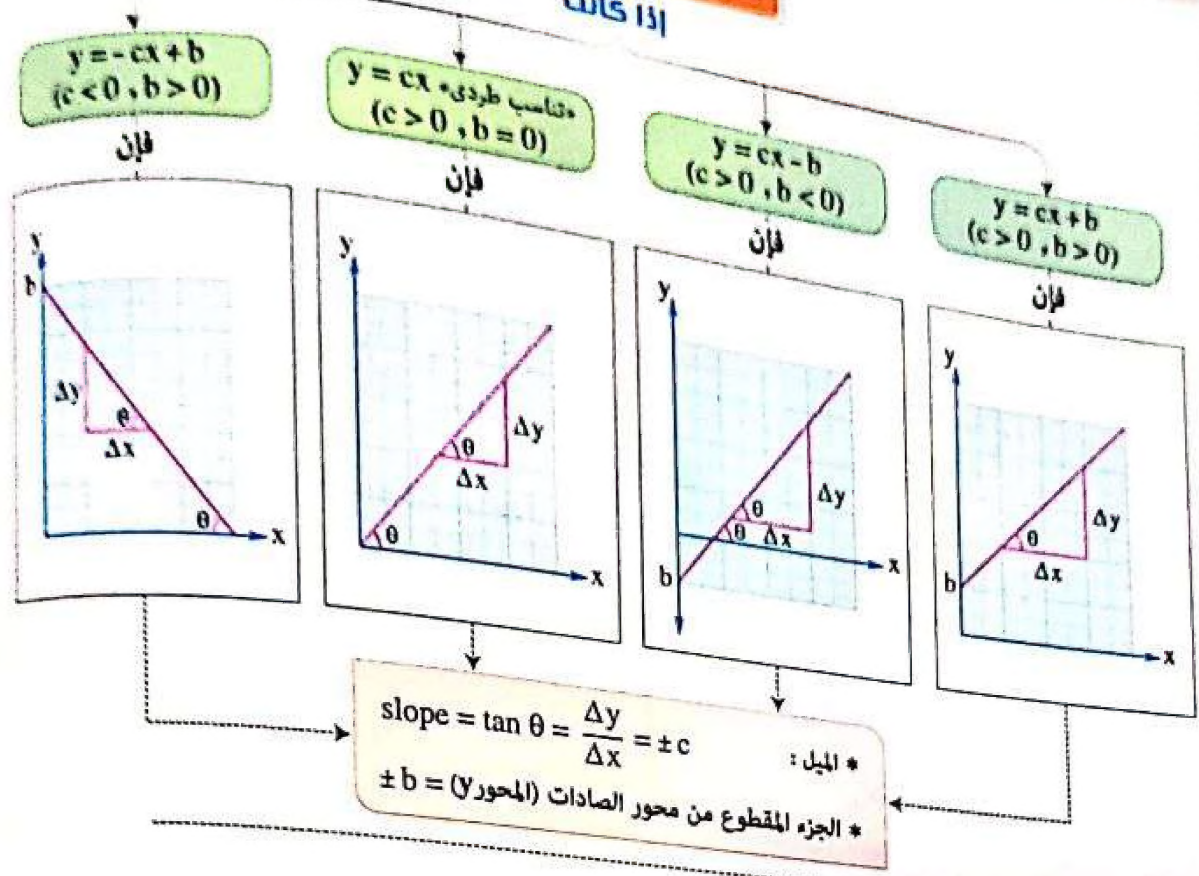
الدالة الثابتة

إذا كانت $y = c$ حيث c مقدار ثابت فإنها
تمثل بيانياً بخط مستقيم موازي للمحور الأفقي
(المحور x) ميله يساوى صفر.



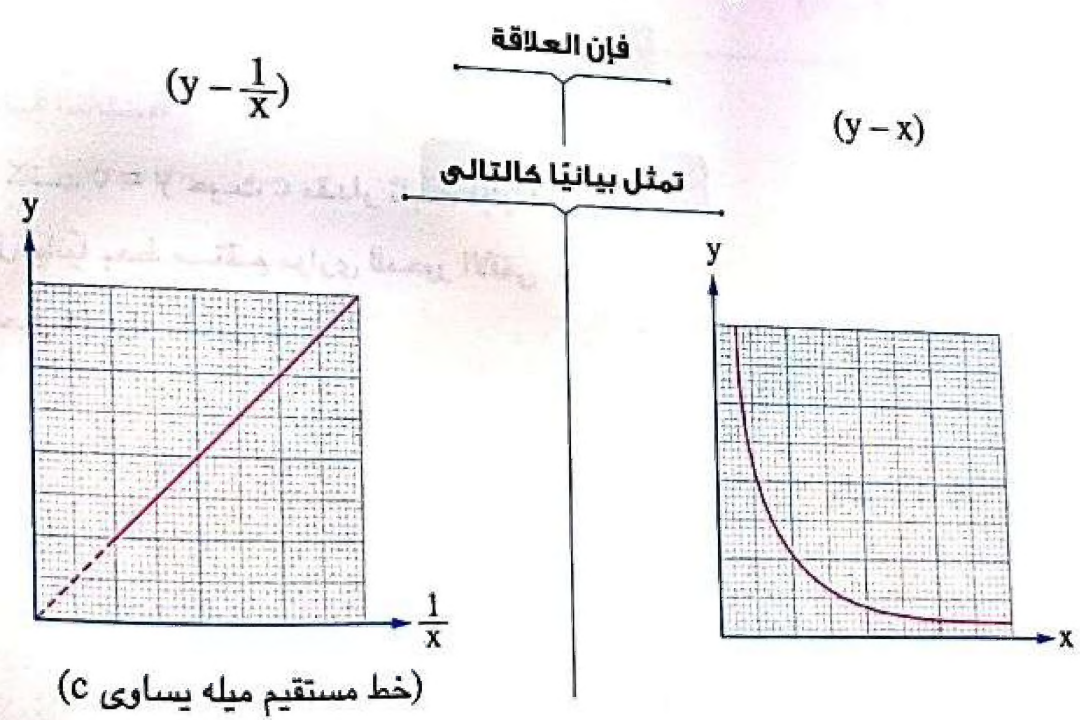
الصورة العامة للدالة الخطية $y = \pm cx \pm b$ إذا كانت

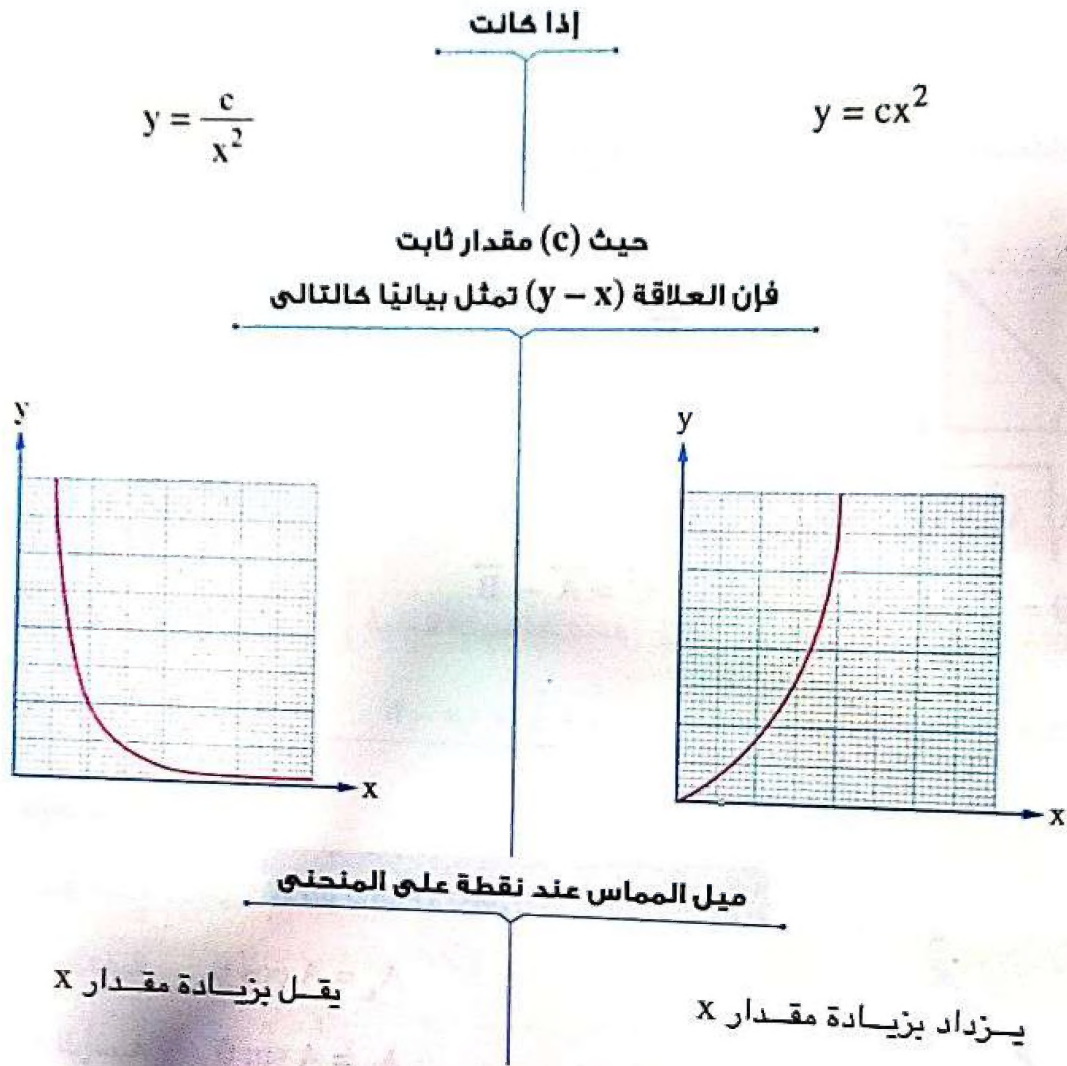
١ الدالة الخطية



٢ الدالة الكسرية [التناسب العكسي]

إذا كانت $y = \frac{c}{x}$ حيث c مقدار ثابت



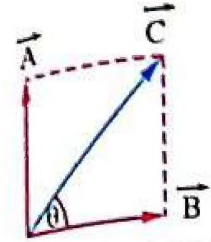




١ محصلة متجهين

* إذا كان المتجهان :

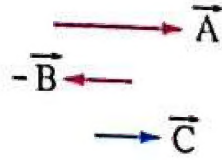
متعامدان



$$C = \sqrt{A^2 + B^2}$$

$$\tan \theta = \frac{A}{B}$$

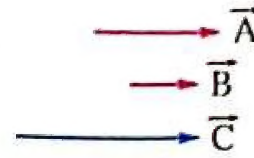
في اتجاهين متضادين



$$\vec{C} = \vec{A} + (-\vec{B})$$

$$\vec{C} = \vec{A} - \vec{B}$$

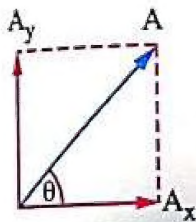
لهما نفس الاتجاه



$$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$$

٢ تحليل متجه

* عندما يصنع متجه \vec{A} زاوية θ مع الأفقي، تكون :



$$A_x = A \cos \theta$$

مركبته الأفقية

$$A_y = A \sin \theta$$

مركبته الرأسية

علاقات فيزيائية هامة

تم دراستها في الفصل الدراسي الاول

١ السرعة

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

٢ التسارع

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

الهرم التعليمي
قلب التعليم النابض



٣ معادلات الحركة بعجلة منتظمة

١ معادلة الحركة الأولى

٢ معادلة الحركة الثانية

$$v_f^2 = v_i^2 + 2ad$$

$$d = v_i t + \frac{1}{2} at^2$$

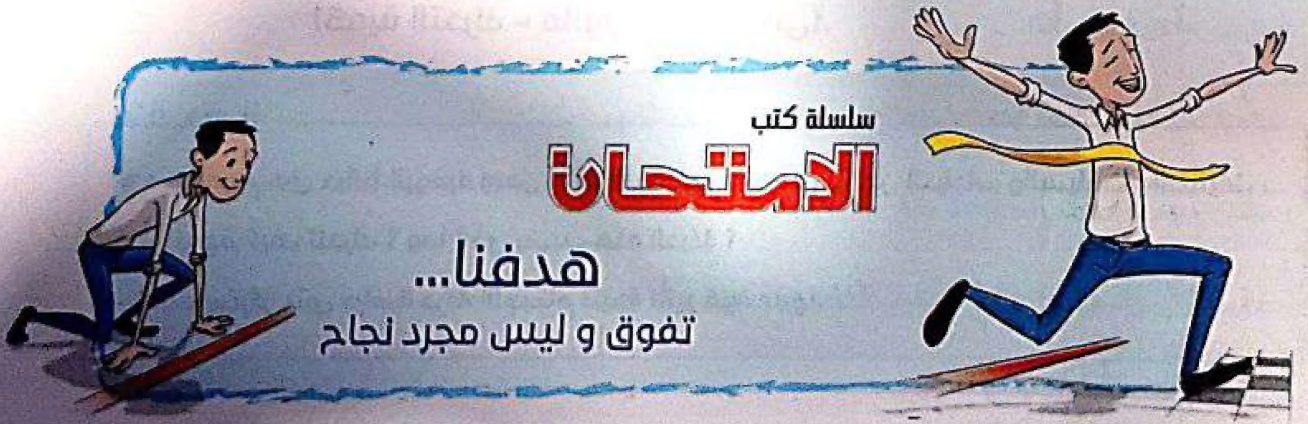
$$v_f = v_i + at$$

٤ قانون نيوتن الثالث

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

٥ قانون نيوتن الأول

$$\Sigma \vec{F} = 0$$





القوة والحركة.

الفصل 3

(كمية التحرك - قانون نيوتن الثاني).

مقدمة

- من المهم في حياتنا اليومية ونحن نتابع الأجسام المتحركة بدءًا من الدراجات والسيارات والطائرات... أن نفهم كيف تتحرك؟ وما الذي يسبب هذه الحركة؟ لذلك سنركز على دراسة حركة الأجسام نتيجة تأثير قوة عليها.



القوة والحركة

(كمية التحرك - قانون نيوتن الثاني)

اختبار

على
الفصل الثالث

نواتج التعلم المتوقعة

- بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :
 - يستنتج العلاقة بين كمية تحرك جسم وكتلة الجسم وسرعته.
 - يفسر قانون نيوتن الثاني.
 - يفسر بعض الظواهر الحياتية باستخدام قانون نيوتن الثاني.
 - يفرق بين مفهوم الكتلة والوزن.
 - يصمم تجربة لاستنتاج العلاقة بين القوة والعجلة.



في هذا الفصل سوف نتعرف :

◀ كمية التحرك.

◀ قانون نيوتن الثاني.

◀ الكتلة والوزن.

الهرم التعليمي
قلب التعليم النابض



* درسنا في الفصل الدراسي الأول قانون نيوتن الأول (قانون القصور الذاتي) وقانون نيوتن الثاني

(قانون الفعل ورد الفعل)، وفيما يلي سندرس:

قانون نيوتن الثاني

كمية التحرك

كمية التحرك

* لعلك تلاحظ أن إمكانية إيقاف الأجسام التي تتحرك تحت تأثير القصور الذاتي،

تتوقف على

السرعة v

كلما زادت سرعة الجسم زاد قصوره الذاتي



لذلك يصعب إيقاف سيارة تتحرك بسرعة كبيرة بينما يسهل إيقافها إذا كانت تتحرك بسرعة صغيرة.

الكتلة m

كلما زادت كتلة الجسم زاد قصوره الذاتي

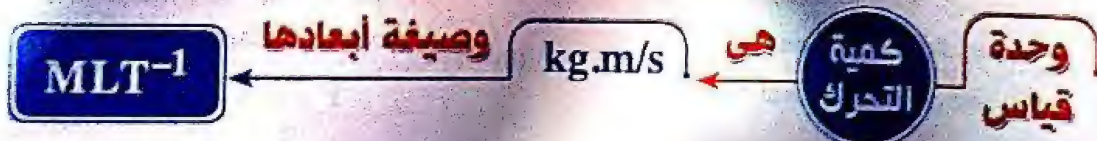


لذلك يصعب إيقاف شاحنة كبيرة بينما يسهل إيقاف سيارة صغيرة إذا كان لهما نفس السرعة.

* ترتبط كتلة الجسم (m) وسرعته (v) معاً بكمية فيزيائية متجهة تعرف باسم كمية التحرك (P)

$$P = mv$$

من العلاقة :





العوامل التي تتوقف عليها كمية التحرك لجسم

كتلة الجسم :
تتناسب كمية التحرك طردياً مع كتلة الجسم عند ثبوت السرعة.

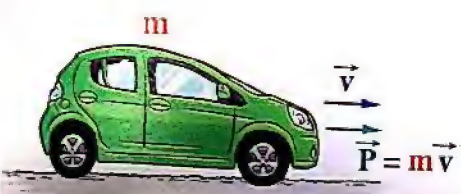
$\text{slope} = \frac{\Delta P}{\Delta m} = v$

سرعة الجسم :
تتناسب كمية التحرك طردياً مع سرعة الجسم عند ثبوت الكتلة.

$\text{slope} = \frac{\Delta P}{\Delta v} = m$

$P = mv$

ملاحظات



(١) كمية التحرك كمية متجهة لأنها حاصل ضرب كمية قياسية (الكتلة) في كمية متجهة (السرعة المتجهة)، واتجاهها هو نفس اتجاه سرعة الجسم.

(٢) تبعاً للعلاقة ($P = mv$) فإن :

كمية التحرك

لجسم متحرك لا تساوي صفر مهما قلت كتلته



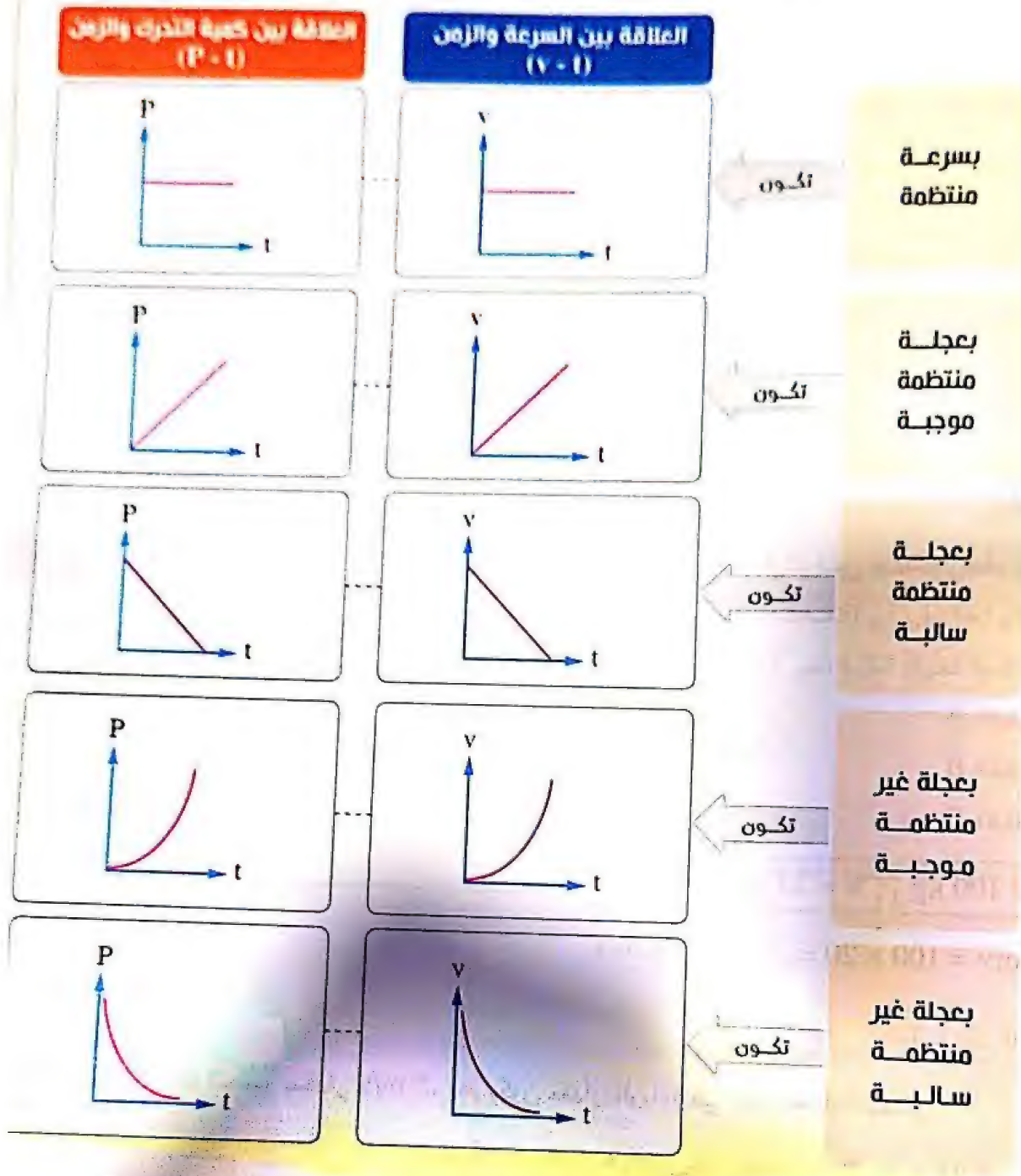
لأن سرعة الجسم المتحرك لا تساوي صفر فتكون كمية التحرك لا تساوي صفر

لجسم ساكن تساوي صفر مهما زادت كتلته



لأن سرعة الجسم الساكن تساوي صفر
 $\therefore P = m \times 0 = 0$

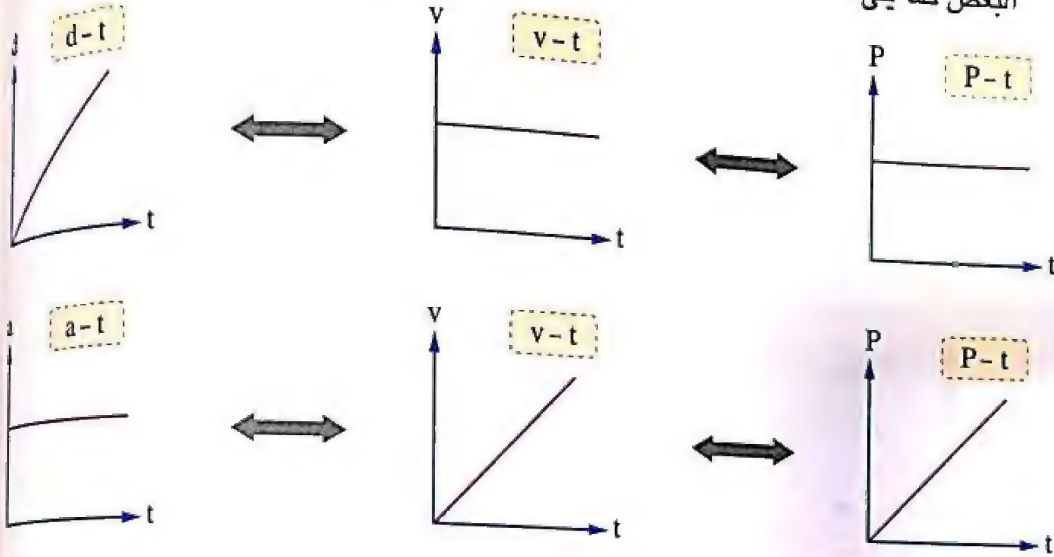
(٣) عند تمثيل حركة جسم في خط مستقيم لفترة زمنية t إذا تحرك الجسم :



مما سبق نجد أن العلاقتان البيانيتان ($P - t$) ، ($v - t$) لجسم يتحرك في خط مستقيم متناظرتان حيث إن كمية تحرك الجسم تتعين من العلاقة ($P = mv$) أي أن ($P \propto v$) عند ثبوت كتلة الجسم



(٤) عند تحرك جسم في خط مستقيم لفترة زمنية معينة يمكن استنتاج العلاقات البيانية الآتية من بعض البعض كما يلي :



مثال ١

جسم كتلته 100 kg يتحرك بسرعة 20 m/s، فإن كمية تحركه تساوى

١ 0.2 kg.m/s
ب 5 kg.m/s
ج 10³ kg.m/s
د 2 × 10³ kg.m/s

الحل

$m = 100 \text{ kg}$ $v = 20 \text{ m/s}$ $P = ?$

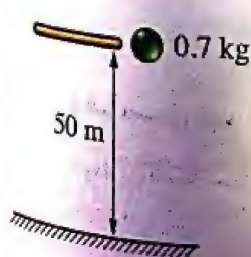
$P = mv = 100 \times 20 = 2 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو

زادت سرعة الجسم بمقدار 5 m/s، كم يكون مقدار الزيادة في كمية تحرك الجسم ؟

مثال ٢



الشكل المقابل يوضح كرة كتلتها 0.7 kg تسقط رأسياً من السكون سقوطاً حراً من ارتفاع 50 m، فإن كمية تحرك الكرة لحظة اصطدامها بسطح الأرض تساوى

١ 5√7 kg.m/s
ب 7√5 kg.m/s
ج 10√7 kg.m/s
د 7√10 kg.m/s

(علماً بأن : $g = 10 \text{ m/s}^2$)

$$m = 0.7 \text{ kg} \quad v_y = 0 \quad d = 50 \text{ m} \quad g = 10 \text{ m/s}^2 \quad P = ?$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2gd$$

$$v_f = \sqrt{0 + (2 \times 10 \times 50)} = 10\sqrt{10} \text{ m/s}$$

$$P = mv_f = 0.7 \times 10\sqrt{10} = 7\sqrt{10} \text{ kg.m/s}$$

سرعة الكرة لحظة اصطدامها بسطح الأرض

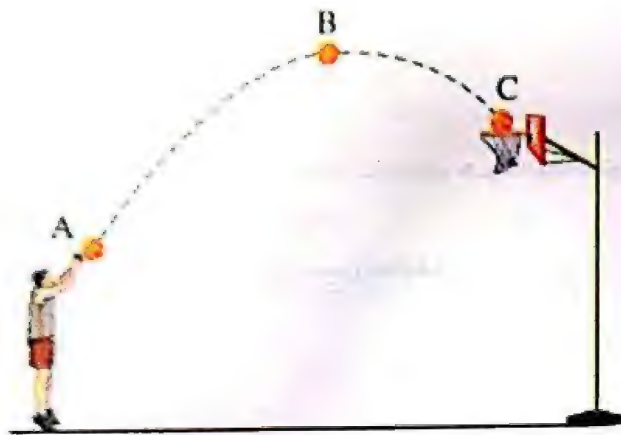
كمية تحرك الكرة لحظة اصطدامها بسطح الأرض

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا
لو

كان المطلوب حساب كمية تحرك الكرة بعد 2 s من لحظة سقوطها، فما إجابتك ؟

مثال ٣



يقوم شخص بتسديد رمية بكرة السلة كما بالشكل المقابل، أى النقاط التالية تكون عندها كمية تحرك الكرة أكبر ؟

(أ) النقطة A

(ب) النقطة B

(ج) النقطة C

(د) متساوية عند جميع النقاط

الحل

$$\therefore P = mv$$

الطريق التعليمي

EDUCATIONAL altreeq



∴ كتلة الكرة ثابتة.

$$\therefore P \propto v$$

∴ سرعة الكرة تقل كلما ارتفعنا لأعلى لتأثرها بجاذبية الأرض.

∴ سرعة الكرة تكون أكبر عند النقطة A

∴ كمية تحرك الكرة تكون أكبر عند النقطة A

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

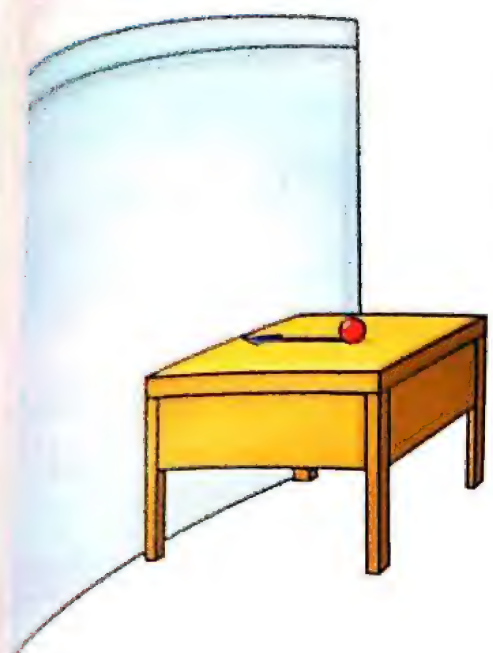
ماذا
لو

علمت أن النقطة B تمثل أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة، فهل كمية تحرك الكرة عند النقطة B

تساوى صفر ؟



سؤال ١



الشكل المقابل يوضح كرة كتلتها 200 g موضوعة على منضدة أفقية ملاصقة لحائط رأسي، فإذا دُفعت الكرة لتتحرك عمودياً على الحائط وكان مقدار سرعتها لحظة اصطدامها به 0.7 m/s ومقدار سرعتها لحظة ارتدادها عنه 0.4 m/s، فإن مقدار التغير في كمية تحرك الكرة

نتيجة التصادم يساوي

أ 0.22 kg.m/s

ب 0.14 kg.m/s

ج 0.08 kg.m/s

د 0.06 kg.m/s

الحل

وسيلة مساعدة

- إذا افترضنا أن اتجاه حركة الكرة قبل التصادم هو الاتجاه الموجب للحركة، فإن اتجاه حركة الكرة بعد التصادم هو الاتجاه السالب للحركة.
- التغير في كمية تحرك الكرة يحسب من العلاقة،

$$\Delta P = P_{\text{(بعد التصادم)}} - P_{\text{(قبل التصادم)}}$$

$$m = 200 \text{ g}$$

$$v_1 = 0.7 \text{ m/s}$$

$$v_2 = -0.4 \text{ m/s}$$

$$\Delta P = ?$$

$$P_1 = mv_1 = 200 \times 10^{-3} \times 0.7 = 0.14 \text{ kg.m/s}$$

كمية تحرك الكرة قبل التصادم :

$$P_2 = mv_2 = 200 \times 10^{-3} \times (-0.4) = -0.08 \text{ kg.m/s}$$

كمية تحرك الكرة بعد التصادم :

التغير في كمية تحرك الكرة نتيجة التصادم :

$$\Delta P = P_2 - P_1 = -0.08 - 0.14 = -0.22 \text{ kg.m/s}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ①

كان التصادم مرئياً وارتدت الكرة بنفس السرعة التي اصطدمت بها بالحائط، هل يزداد أم يقل مقدار التغير في كمية تحرك الكرة ؟

ماذا لو



سيارة نقل كتلتها m دون حمولة، عند تحركها بسرعة منتظمة v تكون كمية تحريكها P ، فإذا حُمِلت السيارة بحمولة كتلتها $2m$ وتحركت بسرعة $\frac{1}{2}v$ فإن كمية تحريكها تصبح

- (أ) $\frac{1}{2}P$
 (ب) P
 (ج) $\frac{3}{2}P$
 (د) $2P$

الحل

السيارة بالحمولة

$$m_{(حمولة)} = m_2 = 2m$$

$$v_{(السيارة بالحمولة)} = v_2 = \frac{1}{2}v$$

$$P_{(السيارة بالحمولة)} = P_2 = ?$$

السيارة دون حمولة

$$m_1 = m$$

$$v_1 = v$$

$$P_1 = P$$

* كتلة السيارة بالحمولة :

$$m_{(السيارة بالحمولة)} = m_1 + m_2 = m + 2m = 3m$$

$$\therefore P = mv$$

$$\therefore \frac{P_1}{P_2} = \frac{m_1 v_1}{m_{(السيارة بالحمولة)} v_2}$$

$$\frac{P}{P_2} = \frac{mv}{3m \times \frac{1}{2}v} = \frac{2}{3}$$

$$P_2 = \frac{3}{2}P$$



التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة التناسب الطردى بند (٦) صفحة (١٥).

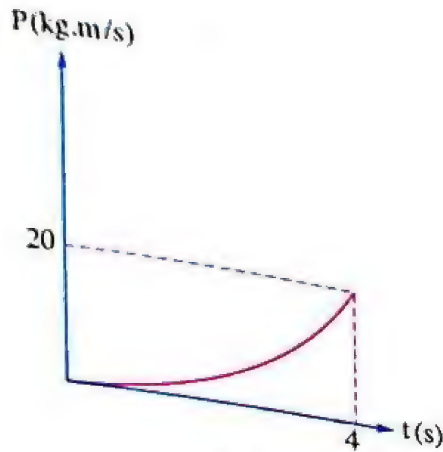
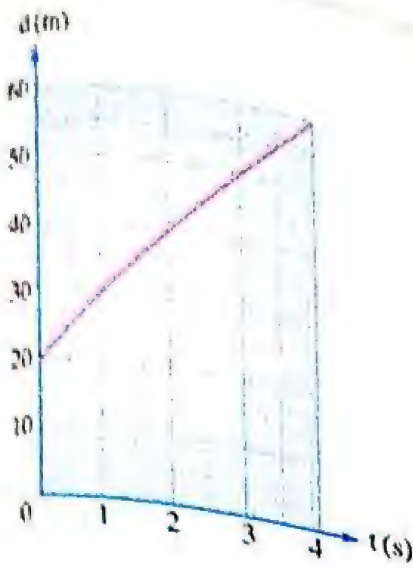
∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

ماذا لو

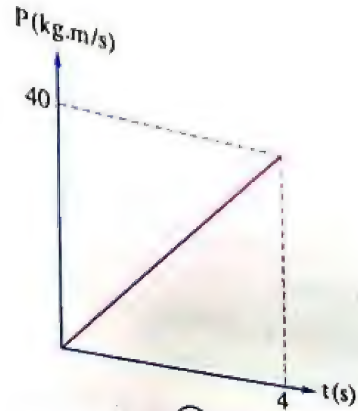
كانت كمية تحرك السيارة في الحالتين متساوية، ما النسبة بين سرعتي السيارة في هذه الحالة ؟

مثال ٦

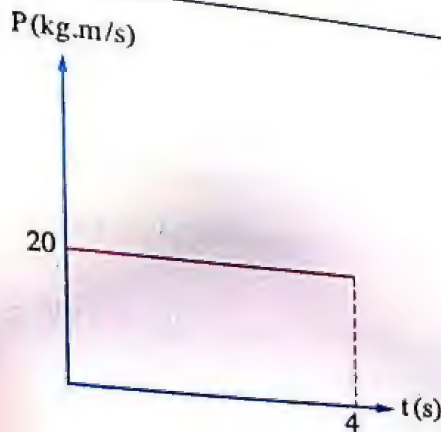
الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لجسم كتلته 2 kg يتحرك في خط مستقيم، فأى الأشكال البيانية الآتية يمثل العلاقة بين كمية تحرك هذا الجسم (P) والزمن (t) خلال نفس الفترة الزمنية ؟



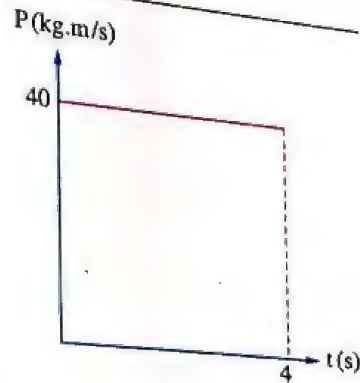
أ



ب



ج



د

الحل

- العلاقة البيانية بين الإزاحة (d) والزمن (t) للجسم ممثلة بخط مستقيم يميل على الأفقى.
- سرعة هذا الجسم منتظمة خلال الفترة الزمنية الممثلة.
- كمية تحرك الجسم ثابتة خلال هذه الفترة أى تمثل بخط مستقيم موازى لمحور الزمن.

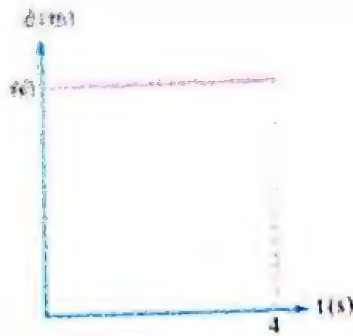
النكامل مع الرياضيات

$$v = \text{slope} = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{60 - 20}{4 - 0} = 10 \text{ m/s}$$

$$P = mv = 2 \times 10 = 20 \text{ kg.m/s}$$

يمكنك مراجعة كيفية حساب ميل الخط المستقيم
بند (٧) صفحة (١٦).

∴ الاختيار الصحيح هو (د)



كانت العلاقة البيانية بين موضع
الجسم (d) والزمن (t) كما بالشكل
المقابل، فما مقدار كمية تحرك الجسم
خلال الفترة الممثلة بيانياً ؟

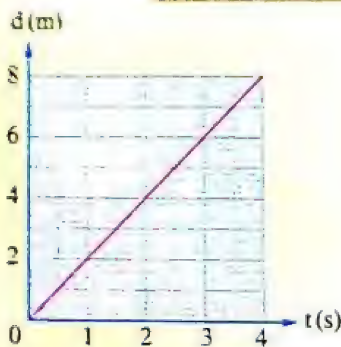
ماذا
لو

١ اختر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

٧ تهبط طائرة على مدرج مطار وتتباطأ سرعتها تدريجياً، فإن اتجاه كمية تحرك الطائرة يكون
في اتجاه

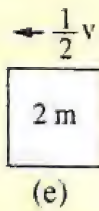
- (أ) السرعة
(ب) العجلة
(ج) قوة الاحتكاك
(د) عجلة الجاذبية الأرضية



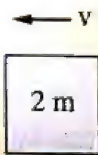
٢ الشكل البياني المقابل يعبر عن العلاقة
بين إزاحة جسم كتلته 4 kg يتحرك في
خط مستقيم والزمن، فإن مقدار كمية تحرك
الجسم خلال تلك الفترة يساوي

- (أ) 8 kg.m/s
(ب) 4 kg.m/s
(ج) 2 kg.m/s
(د) 1 kg.m/s

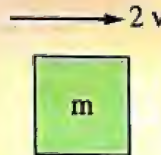
٣ أي جسمين من الأجسام التالية لهما نفس كمية التحرك ؟



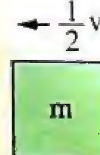
(e)



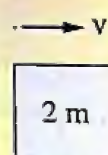
(d)



(c)



(b)



(a)

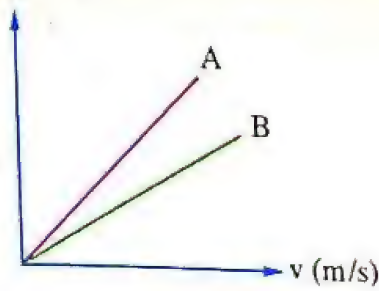
(د) e , b

(ج) d , c

(ب) c , a

(أ) b , a

P (kg.m/s)



1 يمثل الشكل البياني المقابل العلاقة بين كمية التحرك (P)

والسرعة (v) لسيارتين A ، B تتحركان في خط مستقيم،

أى من الاختيارات التالية صحيح ؟

Ⓐ كتلة السيارة A تساوى كتلة السيارة B

Ⓑ كتلة السيارة A أصغر من كتلة السيارة B

Ⓒ كتلة السيارة A أكبر من كتلة السيارة B

Ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة

قانون نيوتن الثاني Newton's Second Law

قانون نيوتن الثاني

- القوة المحصلة المؤثرة على جسم ما تساوى المعدل الزمني للتغير فى كمية تحرك هذا الجسم.

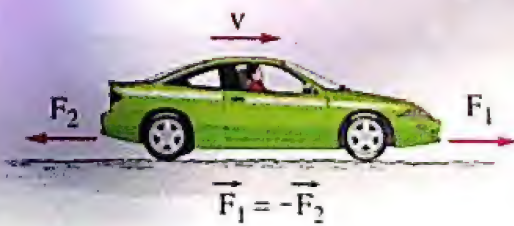
(أو)

- إذا أثرت قوة محصلة على جسم فإنها تكسبه عجلة تتناسب طردياً مع القوة المحصلة المؤثرة عليه وعكسياً مع كتلته.

* شرح قانون نيوتن الثاني :

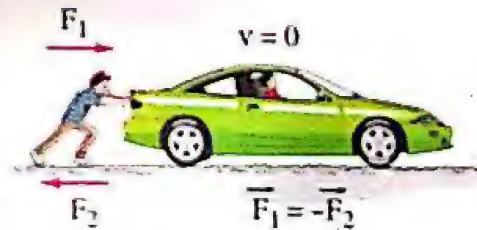
عند دراستك لقانون نيوتن الأول للحركة علمت أنه إذا أثرت على جسم قوتان متساويتان فى المقدار ومتضادتان فى الاتجاه تكون محصلتهما مساوية للصفر ($\Sigma \vec{F} = 0$) فيحافظ الجسم على حالته الحركية بحيث :

يظل متحركاً فى خط مستقيم
بسرعة منتظمة



(أو)

يظل ساكناً



يتحرك الجسم بعجلة منتظمة



أما إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة على الجسم ثابتة ولا تساوى الصفر ($\Sigma \vec{F} \neq 0$) فإن سرعته تتغير بانتظام أى أنه يتحرك بعجلة منتظمة وتكون العجلة دائماً فى نفس اتجاه القوة المحصلة، فإذا :

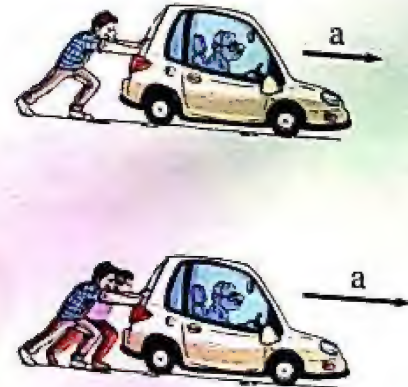
الرت قوتان محصلتان متساويتان على كتلتين مختلفتين

الرت قوتان محصلتان مختلفتان على كتلتين متساويتين

الكتلة الأكبر تتحرك بعجلة أقل



الكتلة التي تتأثر بقوة أكبر تتحرك بعجلة أكبر



ان

العجلة تتناسب عكسيًا مع الكتلة عند ثبوت القوة المحصلة
($a \propto \frac{1}{m}$)

العجلة تتناسب طرديًا مع القوة المحصلة عند ثبوت الكتلة
($a \propto F$)

الصيغة الرياضية لقانون نيوتن الثاني

$$\therefore F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} = \frac{mv_f - mv_i}{\Delta t} = m \frac{(v_f - v_i)}{\Delta t} = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

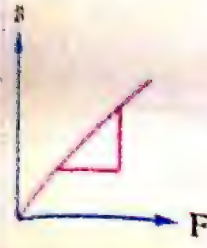
$$\therefore F = ma \quad \text{أو} \quad a = \frac{F}{m}$$



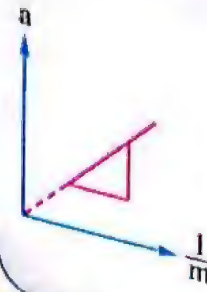
النيوتن - مقدار القوة المحصلة التي إذا أثرت على جسم كتلته $1 kg$ أكسبته عجلة مقدارها $1 m/s^2$ في نفس اتجاه القوة.

العوامل التي تتوقف عليها عجلة تحرك جسم

القوة المحصلة المؤثرة على الجسم :
تناسب عجلة تحرك
جسم طردياً مع القوة
المحصلة المؤثرة عليه عند
ثبوت كتلة الجسم .
 $\text{slope} = \frac{\Delta a}{\Delta F} = \frac{1}{m}$



كتلة الجسم :
تناسب عجلة تحرك
جسم عكسياً مع كتلة
الجسم عند ثبوت القوة
المحصلة المؤثرة عليه .
 $\text{slope} = \frac{\Delta a}{\Delta (\frac{1}{m})} = F$



$$a = \frac{F}{m}$$

ملاحظات

- (١) القوة (F) كمية متجهة لأنها حاصل ضرب كمية قياسية (الكتلة) في كمية متجهة (العجلة).
- (٢) يمكن قياس القوة باستخدام الميزان الزنبركي.
- (٣) إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة على جسم :
في نفس اتجاه الحركة



عكس اتجاه الحركة
تقل السرعة بمرور الزمن
وكذلك تقل كمية التحرك



في نفس اتجاه الحركة
تزداد السرعة بمرور الزمن
وكذلك تزداد كمية التحرك

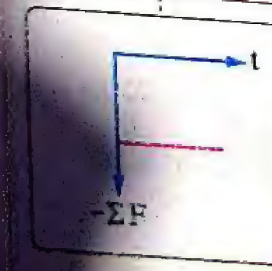
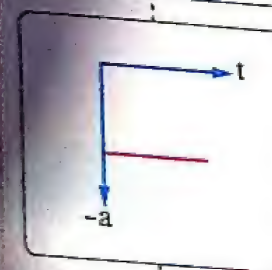
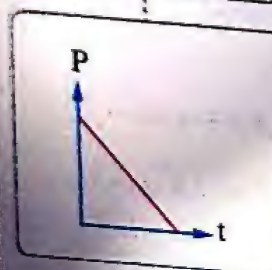
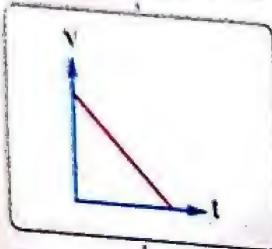
- (٤) إذا تحرك جسم في خط مستقيم خلال فترة زمنية معينة (t) :

بسرعة منتظمة	بعجلة منتظمة
فإن مقدار القوة المحصلة المؤثرة على الجسم	فإن مقدار القوة المحصلة المؤثرة على الجسم
$\Sigma \vec{F} = 0$	$\Sigma \vec{F} \neq 0$
وبالتالي يطبق على حركة هذا الجسم	وبالتالي يطبق على حركة هذا الجسم
قانون نيوتن الأول	قانون نيوتن الثاني

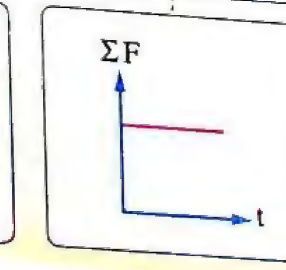
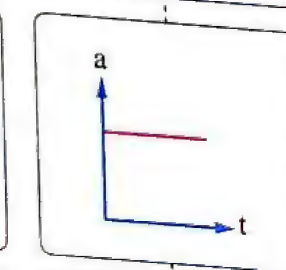
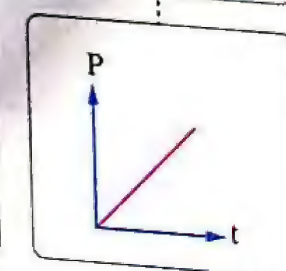
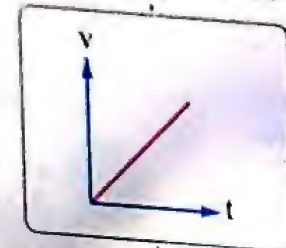
وبالتالي يمكن تمثيل حركة الجسم كالتالي :

بجولة منتظمة

اتجاه الحركة

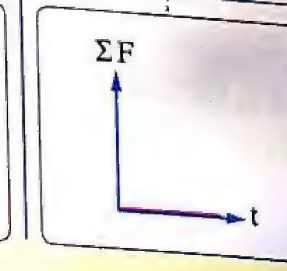
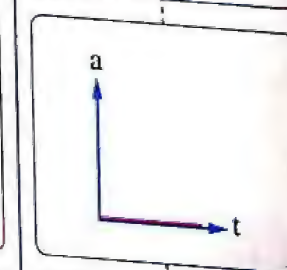
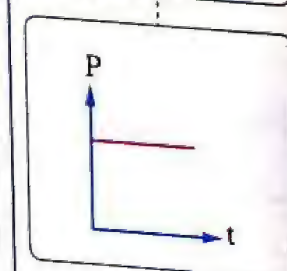
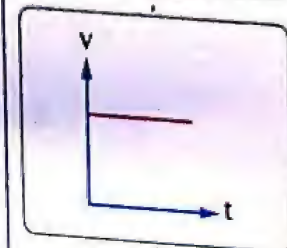
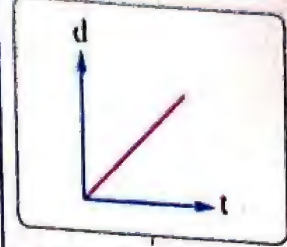
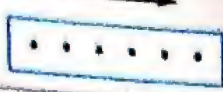


اتجاه الحركة



بسرعة منتظمة

اتجاه الحركة



التمثيل النقطي

الإزاحة والزمن
(d-t)

السرعة والزمن
(v-t)

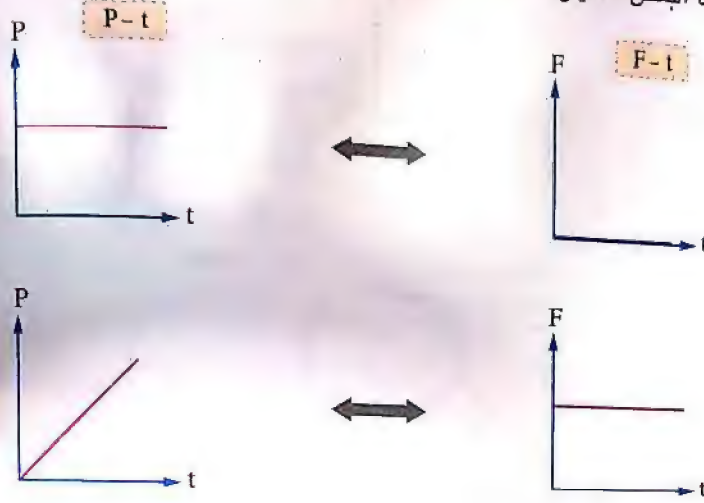
كمية التحرك
والزمن
(P-t)

العجلة والزمن
(a-t)

القوة المحصلة
والزمن
(ΣF-t)

مما سبق نجد أن العلاقتان البيانيتان (a-t) ، (ΣF-t) لجسم متحرك في خط مستقيم متناظرتان حيث إن القوة المحصلة المؤثرة على جسم تتعين من العلاقة (ΣF = ma) أي أن (ΣF ∝ a) عند ثبوت كتلة الجسم.

(٥) عند تحرك جسم في خط مستقيم لفترة زمنية معينة يمكن استنتاج العلاقتين البيانيتين $(P-t)$ ، $(F-t)$ من بعضهما البعض كما يلي :



(٦) إذا تحرك جسم في خط مستقيم على سطح أفقي تحت تأثير قوتين، إحداهما قوة دفع أفقية $(F_{\text{دفع}})$ والأخرى قوة احتكاك $(F_{\text{احتكاك}})$ بين السطح والجسم المتحرك فإن القوة المحصلة $(F_{\text{محصلة}})$ المؤثرة على الجسم تحسب من العلاقة :

$$F_{\text{محصلة}} = F_{\text{دفع}} - F_{\text{احتكاك}}$$



(٧) إذا تأثر جسم بقوة محصلة ثابتة (F) فإنه يتحرك بعجلة منتظمة (a) وبذلك تنطبق على حركته معادلات الحركة الثلاث التي درستها من قبل، وهي :

$$v_f = v_i + at$$

$$d = v_i t + \frac{1}{2} at^2$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2 ad$$



١ تطبيقات حياتية على قانون نيوتن الثاني :

تبعاً لقانون نيوتن الثاني ($F = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$) عند تصادم جسم متحرك بجسم آخر ساكن فإن القوة (F) التي يؤثر أو يتأثر بها الجسم :

تزداد

بزيادة كتلة الجسم المتحرك (m) عند ثبوت باقي العوامل، **فمثلاً** اصطدام شاحنة كبيرة بكامل حمولتها بجسم ساكن يكون أكثر تدميراً من اصطدامها بنفس الجسم الساكن وهي غير محملة وتتحرك بنفس السرعة.



تزداد

بزيادة التغير في سرعة الجسم (Δv) عند ثبوت باقي العوامل، **فمثلاً** :

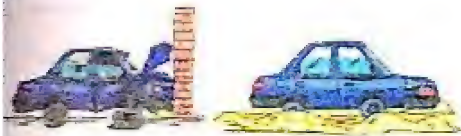
(١) اصطدام سيارة بجسم يكون أقل تدميراً من اصطدام سيارة لها نفس الكتلة بنفس الجسم ولكنها تتحرك بسرعة أكبر.



(٢) عند سقوط شخص من مكان مرتفع على الأرض فإن حدة إصابته تزداد بزيادة الارتفاع الذي يسقط منه.

تقل

بزيادة زمن التأثير (زمن التغير في كمية التحرك Δt) عند ثبوت باقي العوامل فيقل المعدل الزمني للتغير في كمية تحرك الجسم مما يقلل من القوة المؤثرة عليه، **فمثلاً** :



(١) اصطدام سيارة تتحرك بسرعة معينة بكومة من القش لإيقافها يكون أقل ضرراً من اصطدامها بحائط وهي تتحرك بنفس السرعة.



(٢) سقوط بيضة من ارتفاع معين على وسادة لا يجعلها تنكسر بينما تنكسر عند سقوطها من نفس الارتفاع على الأرض.



(٣) تُستخدم الوسائد الهوائية في السيارات لحماية السائق عند حدوث تصادم.

(٤) سقوط شخص من مكان مرتفع في الماء يكون أقل إصابة من سقوطه على الأرض.

مثال ١

تحركت سيارة كتلتها 1000 kg من السكون بعجلة منتظمة لتكتسب سرعة 20 m/s خلال زمن 5 s، فإن القوة المحصلة المؤثرة على السيارة تساوي

٢ 4000 N

١ 8000 N

٣ 250 N

٤ 1000 N

الحل

$$m = 1000 \text{ kg} \quad v_i = 0 \quad v_f = 20 \text{ m/s} \quad t = 5 \text{ s} \quad F = ?$$

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{20 - 0}{5} = 4 \text{ m/s}^2$$

$$F = ma = 1000 \times 4 = 4000 \text{ N}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ٢

ماذا لو أثرت نفس القوة المحصلة على شاحنة ساكنة كتلتها 2500 kg، فكم يكون مقدار إزاحتها خلال 5 s؟

مثال ٢



أثرت قوة أفقية مقدارها 20 kg.m/s² على جسم كتلته 3 kg موضوع على سطح أفقي فتحرك الجسم بعجلة منتظمة مقدارها 4 m/s²، فإن مقدار قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح يساوي

٢ 12 N

١ 8 N

٣ 32 N

٤ 20 N

الحل

$$F_{\text{(مؤثرة)}} = 20 \text{ kg.m/s}^2 \quad m = 3 \text{ kg} \quad a = 4 \text{ m/s}^2 \quad F_{\text{(احتكاك)}} = ?$$

$$F_{\text{(محركة)}} = F_{\text{(مؤثرة)}} - F_{\text{(احتكاك)}}$$

$$F_{\text{(احتكاك)}} = F_{\text{(مؤثرة)}} - F_{\text{(محركة)}} = F_{\text{(مؤثرة)}} - ma = 20 - (3 \times 4) = 8 \text{ N}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ١

ماذا لو زادت القوة الأفقية المؤثرة على الجسم للضعف، فكم تزداد عجلة تحرك الجسم للضعف؟

تؤثر قوة مقدارها 1 N على مكعب خشبي كتلته m_1 فتكسبه عجلة معلومة (a_1)، وعندما تؤثر القوة نفسها على مكعب آخر كتلته m_2 تكسبه عجلة $3a_1$ ، فإن النسبة بين كتلة المكعب الأول وكتلة المكعب الثاني ($\frac{m_1}{m_2}$) تساوي

د $\frac{1}{9}$

ج $\frac{1}{3}$

ب $\frac{1}{1}$

أ $\frac{3}{1}$

الحل



التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة التناسب العكسي

بند (٦) صفحة (١٥).

F ثابتة.

∴ الاختيار الصحيح هو ①

أثرت قوة F على الجسم الذي كتلته m_2 فأكسبته عجلة مقدارها a_1 ، فكم يكون مقدار القوة F ؟

ماذا لو

مثال ٤

كرة تنس كتلتها 0.06 kg ضربت بمضرب حيث كان زمن التلامس بين المضرب والكرة 4 ms فانطلقت الكرة بسرعة 55 m/s، فإن متوسط القوة المؤثرة على كرة التنس بواسطة المضرب خلال فترة التلامس يساوي

د 1320 N

ج 825 N

ب 13.2 N

أ 0.825 N

الحل

$m = 0.06 \text{ kg}$

$\Delta t = 4 \text{ ms}$

$\Delta v = 55 \text{ m/s}$

$F = ?$

$= \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m \Delta v}{\Delta t}$

$= \frac{0.06 \times 55}{4 \times 10^{-3}} = 825 \text{ N}$

∴ الاختيار الصحيح هو ③

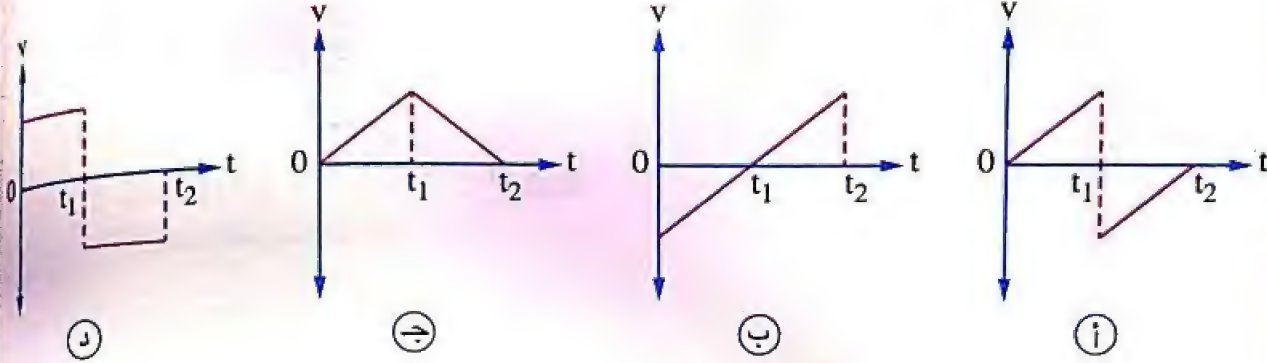
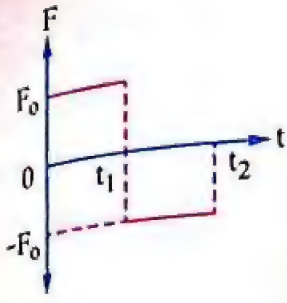
كانت شبكة المضرب مرتخية فزاد زمن تلامس المضرب مع الكرة، هل كانت الكرة ستتطلق

ماذا لو

بسرعة أكبر ؟

مثال ٥

الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين القوة المحصلة (F) المؤثرة على سيارة تتحرك من السكون في خط مستقيم والزمن (t)، فأي الأشكال البيانية الآتية يمكن أن يمثل العلاقة بين السرعة (v) والزمن (t) لهذه السيارة خلال نفس الفترة الزمنية ؟



الحل

$$\Sigma F = ma$$

* في الفترة من $t = 0$ إلى $t = t_1$:

∴ السيارة تتأثر بقوة محصلة ثابتة موجبة.

∴ السيارة تتحرك بعجلة منتظمة موجبة (تتزايد سرعتها بانتظام).

∴ تمثل العلاقة بين السرعة (v) والزمن (t) للسيارة بخط مستقيم ميله موجب.

* في الفترة من $t = t_1$ إلى $t = t_2$:

∴ السيارة تتأثر بقوة محصلة ثابتة سالبة.

∴ السيارة تتحرك بعجلة منتظمة سالبة (تتناقص سرعتها بانتظام).

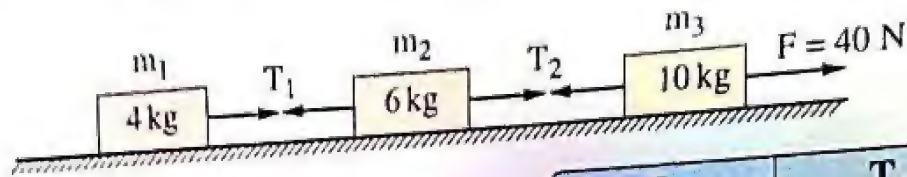
∴ تمثل العلاقة بين السرعة (v) والزمن (t) للسيارة بخط مستقيم ميله سالب.

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

كان المطلوب هو تحديد الشكل البياني الذي يمثل العلاقة بين كمية تحرك السيارة (P) والزمن (t)، ما إجابتك ؟

ماذا
لو

في الشكل التالي ثلاثة مكعبات متصلة معاً بحبلين مهملي الكتلة وموضوعة على سطح أفقي أملس، فإذا أثرت قوة أفقية (F) مقدارها 40 N على المكعب m_3 تحركت المكعبات الثلاثة، فإن مقدار قوتى الشد T_2 ، T_1 هما



T_2	T_1	
24 N	16 N	أ
20 N	16 N	ب
24 N	8 N	ج
20 N	8 N	د

الحل

$$m_1 = 4\text{ kg}$$

$$m_2 = 6\text{ kg}$$

$$m_3 = 10\text{ kg}$$

$$F = 40\text{ N}$$

$$T_1 = ?$$

$$T_2 = ?$$

وسيلة مساعدة

تؤثر القوة F على المكعب m_3 فقط ولكنها تتسبب في سحب الثلاثة مكعبات.

$$\therefore \Sigma F = ma$$

$$\therefore a = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{40}{4 + 6 + 10} = 2\text{ m/s}^2$$

$$T_1 = m_1 a = 4 \times 2 = 8\text{ N}$$

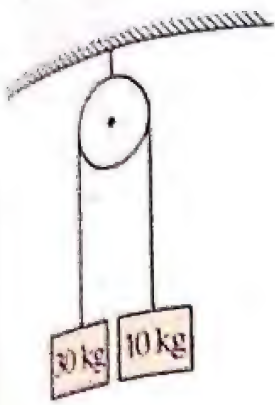
$$T_2 = (m_1 + m_2) a = (4 + 6) \times 2 = 20\text{ N}$$

\therefore الاختيار الصحيح هو د

علمت أن أقصى قوة شد يتحملها الحبلين هما $T_1 = 14\text{ N}$ ، $T_2 = 35\text{ N}$ ، أي أقصى قوة أفقية (F) يمكن أن تؤثر على المكعب m_3 ولا تتسبب في قطع أي من الحبلين ؟

ماذا لو

الامتحان ليزياء - ١ ث - ترم ٢ - ١ - ١٠٠ (١ / ١) ٤١



الشكل المقابل يوضح كتلتين (30 kg ، 10 kg) متصلتين
معاً بخيط مهمل الكتلة يمر على بكره ملساء، فإن مقدار
العجلة التي يتحرك بها الثقلان يساوى

$$(g = 10 \text{ m/s}^2)$$

$$5 \text{ m/s}^2 \text{ (ب)}$$

$$1 \text{ m/s}^2 \text{ (أ)}$$

$$30 \text{ m/s}^2 \text{ (د)}$$

$$10 \text{ m/s}^2 \text{ (ج)}$$

الصل

$$m_1 = 30 \text{ kg}$$

$$m_2 = 10 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$a = ?$$

وسيلة مساعدة

- بتحديد القوى المؤثرة على كل ثقل وتطبيق قانون نيوتن الثانى لجد أن كل من الثقلان يتحركان تحت تأثير ورتبهما وقوة الجاذبية فى الخيط.
- يتحرك الثقلان بنفس مقدار عجلة التحرك لأنهما معلقان فى نفس الخيط.

$$\therefore m_1 > m_2$$

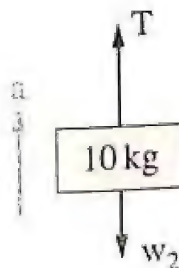
\therefore يتحرك الثقل m_2 لأعلى بينما يتحرك الثقل m_1 لأسفل.

\therefore البكرة ملساء.

\therefore قوة الشد فى الخيط والمؤثرة على كل ثقل متساوية.

بتطبيق قانون نيوتن الثانى
على الثقل ($\Sigma F = ma$)

10 kg



$$\therefore T - w_2 = m_2 a$$

(2)

30 kg



$$\therefore w_1 - T = m_1 a$$

(1)

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ ما تأثير فتح الوسادة الهوائية على قائد السيارة عند حدوث تصادم بالنسبة لكل من زمن تصادم قائد السيارة ومعدل التغير في كمية تحركه ؟

	زمن التصادم	معدل التغير في كمية التحرك
أ	يزداد	يزداد
ب	يزداد	يقل
ج	يقل	يزداد
د	يقل	يقل



٢ مجموعتين من الطلاب يسحب كل منهما صندوق في اتجاهين متضادين كما بالشكل، فإذا كانت قوة احتكاك الصندوق مع السطح $\frac{F}{4}$ فإن الصندوق يتحرك

- أ يسارًا بسرعة ثابتة
 ب يسارًا بعجلة ثابتة
 ج يمينًا بسرعة ثابتة
 د يمينًا بعجلة ثابتة

٣ * يؤثر شخص بقوة F على صندوق ساكن موضوع على سطح أفقي مهمل الاحتكاك ليحصل سرعته v بعد زمن t ، فإذا أعاد الشخص التجربة بقوة $2F$ فإنه يصل إلى نفس السرعة v بعد زمن

- أ $4t$
 ب $2t$
 ج $\frac{t}{2}$
 د $\frac{t}{4}$

الكتلة والوزن Mass and Weight

* يختلف مفهوم الكتلة (m) عن مفهوم الوزن (w)، والجدول التالي يوضح أوجه المقارنة بينهما :

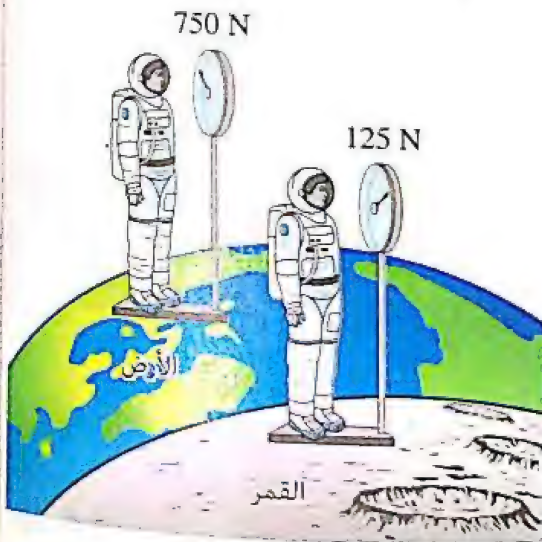
المفهوم	الكتلة (m)	الوزن (w)
نوع الكمية الفيزيائية	كمية أساسية قياسية	كمية مشتقة متجهة، اتجاهها نحو مركز الأرض
العلاقة الرياضية	$m = \frac{F}{a}$	$w = mg$
وحدة القياس	الكيلوجرام (kg)	النيوتن (N)
صيغة الأبعاد	ML^0T^0	MLT^{-2}
التأثر بالمكان	ثابتة مهما تغير المكان	يتغير بتغير عجلة الجاذبية الأرضية من مكان لآخر

ملاحظات

(١) يتغير وزن الجسم من مكان لآخر على سطح الأرض ولكن كتلته تظل ثابتة، لتغير عجلة الجاذبية الأرضية تغيراً طفيفاً من مكان لآخر على سطح الأرض ($w = mg$).



(٢) يختلف وزن رائد الفضاء على سطح القمر عنه على سطح الأرض، للاختلاف عجلة الجاذبية على سطح القمر عنها على سطح الأرض.



مثال ١

شخص كتلته 70 kg داخل سيارة تتحرك أفقياً بعجلة منتظمة 4 m/s^2 ، فإن وزنه يساوي

(علماً بأن : $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

280 N (ب)

39.2 N (١)

700 N (د)

686 N (ج)

الحل

$$m = 70 \text{ kg}$$

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$w = ?$$

وسيلة مساعدة

يتوقف وإن الشخص على كتله وعجلة الجاذبية المؤثرة عليه ولا يتوقف على عجلة تحرك السيارة (عجلة تحرك الشخص).

$$w = mg = 70 \times 9.8 = 686 \text{ N}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

تخيلنا هذا الشخص يقود عربة تتحرك بعجلة 4 m/s^2 على سطح القمر، فما الكميات الفيزيائية التي يمكن أن يتغير مقدارها ؟

ماذا لو

مثال ٢



الشكل المقابل يوضح ونش يسحب سيارة بعجلة منتظمة

3 m/s^2 ، فإذا كانت القوة المحصلة المؤثرة على السيارة

3000 N فإن كتلة ووزن السيارة هما

(علماً بأن : $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

وزن السيارة	كتلة السيارة	
306 N	3000 kg	(١)
9800 N	3000 kg	(ب)
306 N	1000 kg	(ج)
9800 N	1000 kg	(د)

الفصل 3

$$F = 3000 \text{ N}$$

$$a = 3 \text{ m/s}^2$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$m = ?$$

$$w = ?$$

$$F = ma$$

$$\therefore 3000 = m \times 3$$

$$\therefore m = 1000 \text{ kg}$$

$$w = mg = 1000 \times 9.8 = 9800 \text{ N}$$

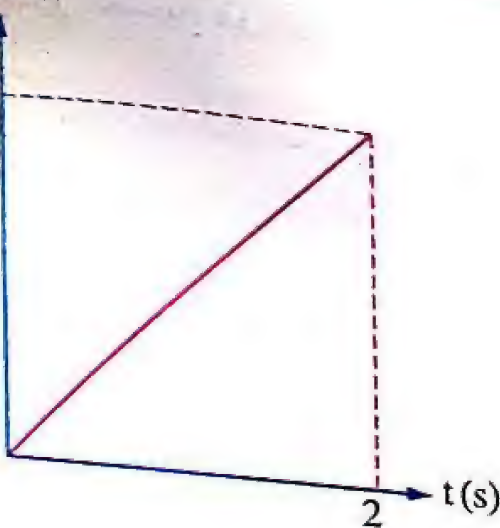
الحل

١٠ الاختيار الصحيح هو (د)
كانت كتلة الونش 2 ton وقوى الاحتكاك ضد حركة الونش والسيارة 500 N وسحب الونش
السيارة بنفس العجلة، كم يكون مقدار القوة التي يؤثر بها محرك الونش في هذه الحالة؟

ماذا
لو

v(m/s)

3.2



2

t(s)

مثال ٣

الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين السرعة (v) والزمن (t) لجسم كتلته 4 kg يسقط سقوطاً حراً من ارتفاع ما على سطح القمر، فإن وزن الجسم على سطح القمر يساوي

(ب) 4 N

(أ) 3.2 N

(د) 12.2 N

(ج) 6.4 N

$$m = 4 \text{ kg}$$

$$w = ? \text{ (الجسم على سطح القمر)}$$

الحل

وسيلة مساعدة

لحساب وزن الجسم لابد أولاً من حساب عجلة الجاذبية على سطح القمر.

$$g_{\text{قمر}} = \text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3.2 - 0}{2 - 0} = 1.6 \text{ m/s}^2$$

$$w_{\text{قمر}} = mg_{\text{قمر}} = 4 \times 1.6 = 6.4 \text{ N}$$



التعامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة كيفية حساب ميل الخط المستقيم بند (٧) صفحة (١٦).

١١ الاختيار الصحيح هو (ج)

ماذا
لو

كان المطلوب حساب كمية تحرك الجسم بعد 1 s من لحظة سقوطه، ما إجابتك؟

العلاقة بين القوة والعجلة

1 تجربة عملية



الغرض من التجربة

• استنتاج العلاقة بين العجلة التي يتحرك بها جسم والقوة المحصلة المؤثرة عليه.

فكرة التجربة

• حساب العجلة (a) التي تتحرك بها عربة صغيرة عند سحبها باستخدام قوة محصلة (F) ناشئة عن أثقال

$$a = \frac{F}{m}$$

معلومة الكتلة (m)، من العلاقة :

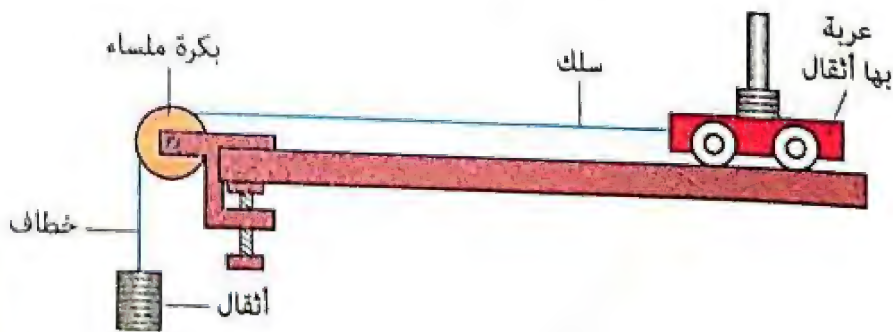
• رسم العلاقة البيانية بين العجلة والقوة المحصلة لاستنتاج العلاقة بينهما.

الأدوات

- عربة صغيرة.
- أثقال معلومة الكتلة.
- سلك.
- ساعة إيقاف.
- شريط مترى.
- بكره.

الخطوات

(١) ركب الأدوات (كما فى الشكل).



الفصل 3

- (٢) أضف ثقلاً كتته كل منها 5 g بشكل تدريجي إلى الخطاف حتى تبدأ العربة في الحركة بسرعة منتظمة. وذلك يعنى أن هذه الأثقال قد ألفت تأثير قوة الاحتكاك.
- (٣) أضف ثقلاً كتته 10 g (0.01 kg) إلى الخطاف.
- (٤) قس المسافة (d) التى مستحركها العربة واحسب الزمن (t) اللازم لقطع هذه المسافة باستخدام ساعة إيقاف.

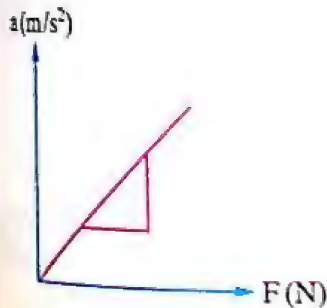
$$F = mg$$

$$a = \frac{2d}{t^2}$$

- (٥) كرر الخطوة السابقة ثلاث مرات واحسب متوسط الزمن.
- (٦) احسب القوة المحصلة المسببة للعجلة (الناتجة عن الأثقال) من العلاقة :
- (٧) احسب العجلة التى تتحرك بها العربة من المعادلة الثانية للحركة :
- (٨) كرر الخطوات السابقة وفى كل مرة أضف ثقلاً 10 g للخطاف مع تسجيل النتائج فى الجدول التالى :

الكتلة (kg)	القوة المحصلة (N)	الزمن (s)	(الزمن) ^٢ (s ²)	المسافة (m)	العجلة (m/s ²)
0.01	0.1	.....	.....	.....	.....
0.02	0.2	.....	.....	.....	.....
0.03	0.3	.....	.....	.....	.....

- (٩) ارسم العلاقة البيانية بين القوة المحصلة (F) على المحور الأفقى والعجلة (a) على المحور الرأسى.



الاستنتاج

• يرسم العلاقة البيانية بين العجلة والقوة المحصلة نحصل على

خط مستقيم يمر بنقطة الأصل.

أي أنه: عجلة حركة الجسم تتناسب طردياً مع القوة المحصلة

المؤثرة عليه.

$$\text{slope} = \frac{\Delta a}{\Delta F} = \frac{1}{m}$$



قيم نفسك إلكترونيا

أسئلة الاختيار من متعدد

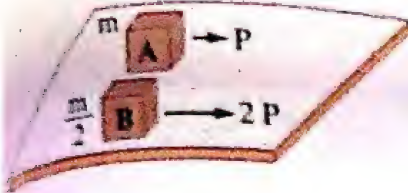
أولاً

كمية التحرك

١. حاصل ضرب كتلة جسم يتحرك في اتجاه ثابت \times المعدل الزمني للتغير في إزاحته يمثل
 - أ. القوة
 - ب. كمية التحرك
 - ج. العجلة
 - د. الوزن
٢. ألقت طائرة مكافحة الحرائق وهي تطير أفقياً بسرعة ثابتة بحمولتها على غابة مشتعلة ثم أكملت بنفس سرعتها، فإن كمية تحرك الطائرة بعد إلقاء حمولتها
 - أ. تزداد
 - ب. تقل
 - ج. تظل ثابتة
 - د. تصبح صفراً
٣. * جسمان لهما نفس كمية التحرك كتلة الأول 5 kg وسرعته 20 m/s، فإذا كانت كتلة الثاني 15 kg فإن سرعته تساوى
 - أ. 0.15 m/s
 - ب. 5.55 m/s
 - ج. 6.67 m/s
 - د. 20 m/s
٤. كرة بولينج كتلتها 4.6 kg تتحرك بسرعة v على مضمار، فما السرعة التي تتحرك بها كرة جولف كتلتها 46 g ليكون لها نفس مقدار كمية تحرك كرة البولينج ؟
 - أ. $0.01 v$
 - ب. $5 v$
 - ج. $10 v$
 - د. $100 v$
٥. * نسر كتلته 10 kg يطير بسرعة 20 m/s، فإذا اقتنص فريسة كتلتها 1 kg وطار بها بنفس سرعته، فإن النسبة بين كمية تحرك النسر وكمية تحرك الفريسة معاً على الترتيب تساوى
 - أ. $\frac{1}{1}$
 - ب. $\frac{1}{10}$
 - ج. $\frac{10}{11}$
 - د. $\frac{10}{1}$

التمرين 3

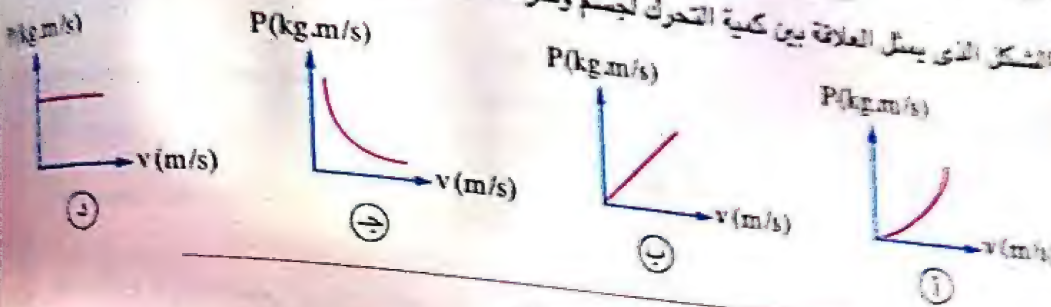
• مفاهيم • نظرية • تطبيقات



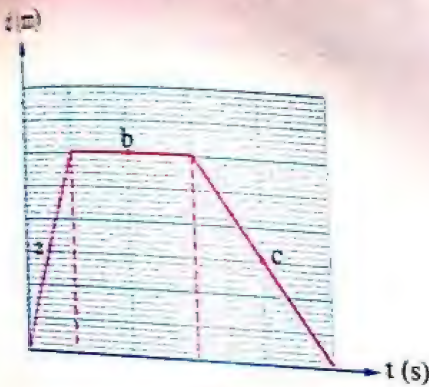
الشكل المقابل يوضح جسم A كتلته m وسرعته v وكتلته $\frac{m}{2}$ وجسم آخر B كتلته $\frac{m}{2}$ وكتلته $2P$ تحركت P تحركت P .

- فكون سرعة
- (أ) $\frac{3}{2}v$
 - (ب) v
 - (ج) $2v$
 - (د) $4v$

الشكل الذي يمثل العلاقة بين كمية التحرك لجسم وسرعته هو

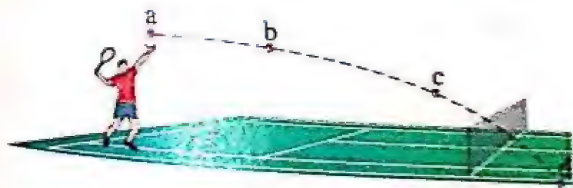


(d) الشكل التالي المقابل يمثل العلاقة بين إزاحة جسم يتحرك في خط مستقيم والزمن (t) . أي النقاط الموضحة بالشكل يكون للجسم عندها أكبر كمية تحرك ؟



- (أ) a
- (ب) b
- (ج) c
- (د) جميعها متساوية

أي النقاط الموضحة بالشكل المقابل يكون عندها أكبر كمية تحرك لكرة التنس ؟



- (أ) a
- (ب) b
- (ج) c
- (د) d

* جسم كتلته 0.5 kg يسقط سقوطاً حراً من قمة مبنى فوصل إلى سطح الأرض بعد 4 s ، فإن كمية تحرك الجسم لحظة اصطدامه بـ سطح الأرض تساوي _____ (علماً بأن : $g = 10 \text{ m/s}^2$)

- (أ) 10 kg.m/s
- (ب) 20 kg.m/s
- (ج) 30 kg.m/s
- (د) 40 kg.m/s



١١ الشكل المقابل يوضح كرة كتلتها 0.5 kg تسقط سقوطاً حراً نحو سطح الأرض، فإن كمية تحرك الكرة لحظة وصولها لسطح الأرض تساوي

($g = 10 \text{ m/s}^2$)

(ب) 5 kg.m/s

(ا) 3 kg.m/s

(د) 9 kg.m/s

(ج) 6 kg.m/s

قانون نيوتن الثاني

١٢ النسبة بين القوة المحصلة المؤثرة على جسم والمعدل الزمني للتغير في سرعته تساوي

(ب) كتلة الجسم

(ا) كمية تحرك الجسم

(د) عجلة الجسم

(ج) طاقة الجسم

١٣ عندما تؤثر قوة محصلة ثابتة على جسم ساكن له كتلة ثابتة، فإن الجسم

(ب) يتحرك بسرعة منتظمة

(ا) يظل ساكناً

(د) يتحرك بعجلة متزايدة

(ج) يتحرك بعجلة منتظمة

١٤ سيارة كتلتها 1000 kg تتحرك بسرعة منتظمة 20 m/s ، فإن القوة المحصلة المؤثرة عليها تساوي

(ب) 50 N

(ا) $2 \times 10^4 \text{ N}$

(د) 0

(ج) 0.02 N

١٥ إذا أثرت قوة محصلة 2 N على جسم كتلته 0.5 kg فإن الجسم يتحرك بعجلة مقدارها

(ب) 1 m/s^2

(ا) 0.25 m/s^2

(د) 4 m/s^2

(ج) 2.5 m/s^2

١٦ جسم كتلته 10 kg يتحرك بعجلة 2 m/s^2 ، فإن القوة المحصلة المؤثرة عليه تساوي

(ب) 10 N

(ا) 20 N

(د) 1 N

(ج) 5 N

١٧ * مجس فضائي كتلته 225 kg ، فإذا كانت عجلة الجاذبية على سطح القمر تساوي 1.62 m/s^2 فإن وزن المجس على سطح القمر يساوي

(ب) 225 N

(ا) 138.9 N

(د) 450 N

(ج) 364.5 N

الفصل
3

* ١٨ جسم كتلته 50 kg على سطح الأرض حيث عجلة الجاذبية الأرضية 9.8 m/s^2 . فإن :
(١) وزن الجسم على سطح الأرض يساوي

(أ) 5.1 N

(ب) 500 N

(ج) 5 N

(د) 490 N

(٢) كتلة الجسم على سطح القمر تساوي

(أ) 50 kg

(ب) 490 kg

(ج) 30.67 kg

(د) 81.5 kg

* ١٩ جسم وزنه 120 N على سطح الأرض، فإن وزنه على سطح القمر يساوي

(علماً بأن : عجلة الجاذبية على سطح القمر $= \frac{1}{6}$ عجلة الجاذبية على سطح الأرض)

(أ) 100 N

(ب) 20 N

(ج) 120 N

(د) 60 N

* ٢٠ تتحرك سيارة أفقياً تحت تأثير قوة محصلة 3000 N فتكتسب عجلة 3 m/s^2 . فإن : ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

(١) كتلة السيارة تساوي

(أ) 10^3 kg

(ب) 30 kg

(ج) $9 \times 10^3 \text{ kg}$

(د) 300 kg

(٢) وزن السيارة يساوي

(أ) 100 N

(ب) 10^4 N

(ج) 30 N

(د) $3 \times 10^3 \text{ N}$

* ٢١ أثرت قوة محصلة مقدارها 500 N على جسم ساكن خلال فترة زمنية (t) فأصبحت كمية تحركه 250 kg.m/s . فإن t تساوي

(أ) 0.2 s

(ب) 2 s

(ج) 0.1 s

(د) 0.5 s

* ٢٢ أثرت قوتان متساويتان على كتلتين مختلفتين ($m_1 = 5 \text{ kg}$ ، $m_2 = 1 \text{ kg}$) فأكتسبت الكتلة m_1 عجلة مقدارها a_1 والكتلة m_2 عجلة مقدارها 20 m/s^2 . فإن مقدار العجلة a_1 يساوي

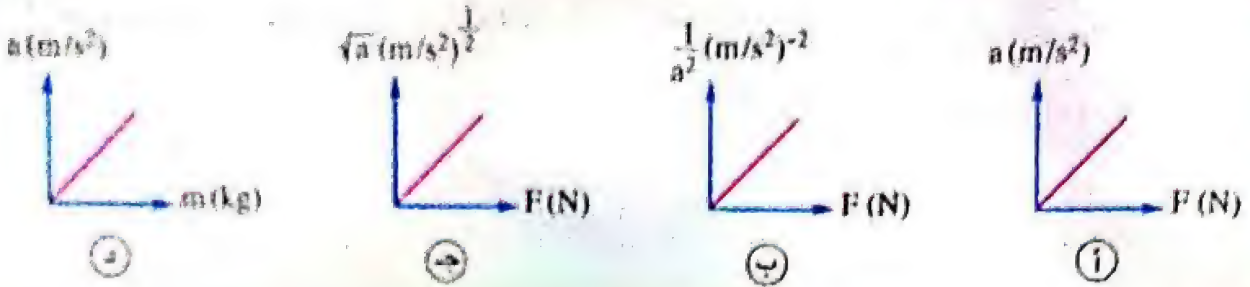
(أ) 4 m/s^2

(ب) 100 m/s^2

(ج) 0.25 m/s^2

(د) 20 m/s^2

العلاقة البيانية التي تمثل القانون الثاني لنيوتن هي



* سيارة كتلتها 900 kg تتحرك شرقاً بسرعة 20 m/s على طريق مستقيم استخدم قائدها الفرامل فتباطأت

بعجلة منتظمة مقدارها 5 m/s^2 ، فإن مقدار قوى الاحتكاك المؤثرة على السيارة يساوي

- (أ) $18 \times 10^3 \text{ N}$ (ب) 4500 N
(ج) 3600 N (د) 100 N

* في الشكل المقابل تكون :



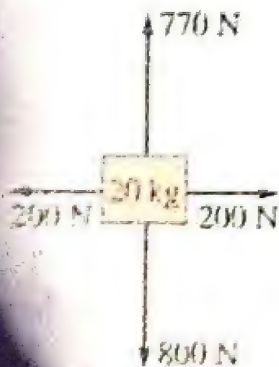
(١) القوة المحصلة المؤثرة على الجسم هي

- (أ) 550 N (ب) 400 N
(ج) 250 N (د) 150 N

(٢) عجلة حركة الجسم هي

- (أ) 1 m/s^2 (ب) 2 m/s^2
(ج) 4 m/s^2 (د) 5 m/s^2

* في الشكل المقابل يكون مقدار :

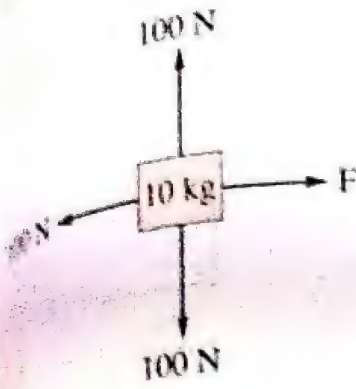


(١) القوة المحصلة المؤثرة على الجسم يساوي

- (أ) 1570 N (ب) 1370 N
(ج) 200 N (د) 30 N

(٢) عجلة حركة الجسم يساوي

- (أ) 1.5 m/s^2 (ب) 9.8 m/s^2
(ج) 10 m/s^2 (د) 78.5 m/s^2



في الشكل المقابل تؤثر أربعة قوى على جسم كتلته 10 kg فتتحرك بعجلة مقدارها 10 m/s^2 ، فإن مقدار القوة (F) يساوي

- (أ) 50 N
(ب) 100 N
(ج) 150 N
(د) 200 N

* سيارة كتلتها 1500 kg بدأت حركتها من السكون على طريق أفقي تحت تأثير قوة المحرك وقوى الاحتكاك وقدرها 8820 N، فإن:

(١) القوة المحصلة المحركة للسيارة تساوي

- (أ) $18.39 \times 10^3 \text{ N}$
(ب) 750 N
(ج) 1.09 N
(د) 0.92 N

(٢) العجلة التي تتحرك بها السيارة تساوي

- (أ) 24.52 m/s^2
(ب) 6.38 m/s^2
(ج) 2 m/s^2
(د) 0.5 m/s^2

القوة المحصلة التي تؤثر على جسم كتلته 5 kg بحيث تتغير سرعته بانتظام من 7 m/s إلى 3 m/s في زمن قدره 2 s هي

- (أ) 10 N
(ب) 5 N
(ج) -2 N
(د) -10 N

* أثرت قوة محصلة مقدارها 100 N على جسم كتلته 10 kg فتغيرت سرعته من 10 m/s إلى 20 m/s عند قطعه إزاحة d، فإن مقدار تلك الإزاحة يساوي

- (أ) 5 m
(ب) 10 m
(ج) 15 m
(د) 20 m

عربة كتلتها 1000 kg وأخرى كتلتها 3000 kg تتحركان بنفس العجلة، فإن القوة المحصلة المؤثرة على العربة ذات الكتلة الأكبر

- (أ) تساوي
(ب) نصف
(ج) ضعف
(د) ثلاثة أمثال

٣١ النسبة بين العجلة التي يتحرك بها جسم كتلته 2 kg والعجلة التي يتحرك بها جسم كتلته 4 kg عند تأثرهما

بنفس القوة المحصلة على الترتيب هي

Ⓐ $\frac{1}{4}$

Ⓐ $\frac{1}{4}$

Ⓑ $\frac{2}{1}$

Ⓑ $\frac{1}{2}$

٣٢ * أثرت قوتان محصلتان متساويتان على جسمين مختلفين فإذا كان الجسم الأول كتلته 5 kg واكتسب

عجلة مقدارها 8 m/s^2 وتغيرت سرعة الجسم الثاني من السكون إلى 48 m/s خلال زمن 3 s، فإن كتلة

الجسم الثاني تساوى

Ⓐ 2.5 kg

Ⓐ 0.4 kg

Ⓑ 7.5 kg

Ⓑ 5 kg

٣٣ * إذا تحرك جسم كتلته m من السكون بعجلة منتظمة a فأصبحت كمية تحركه P خلال زمن t، فإنه بعد مرور

زمن 2 t من بداية الحركة تصبح كمية تحركه

Ⓐ 2 P

Ⓐ 4 P

Ⓑ $\frac{P}{4}$

Ⓑ P

٣٤ جسمان ساكنان موضوعان على سطح أفقي بدءا التحرك في نفس اللحظة بنفس العجلة عند التأثير على كل

منهما بقوة، فإذا كانت كتلة الجسم الأول m وكتلة الجسم الثاني 2 m، فإن النسبة :

(١) $\frac{F_1}{F_2}$ تساوى

Ⓐ $\frac{2}{1}$

Ⓐ $\frac{1}{2}$

Ⓑ $\frac{1}{4}$

Ⓑ $\frac{1}{1}$

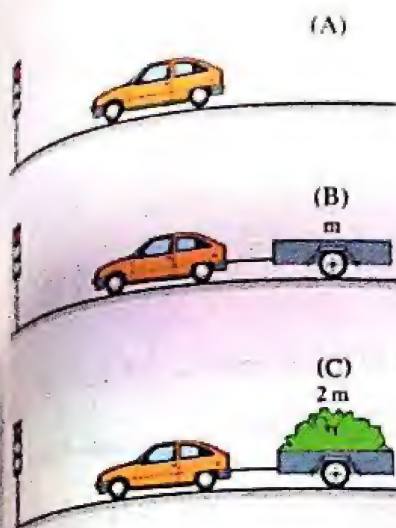
(٢) $\frac{P_1}{P_2}$ عند نفس اللحظة تساوى

Ⓐ $\frac{2}{1}$

Ⓐ $\frac{1}{2}$

Ⓑ $\frac{1}{4}$

Ⓑ $\frac{1}{1}$



الشكل المقابل يوضح ثلاث حالات لسيارة كتلتها m تقف لإظهار إشارة المرور اللون الأحمر، فإن ترتيب الحالات الثلاث من حيث أقصى قيمة للعجلة التي يمكن أن تتحرك بها السيارة في كل حالة هو

(أ) $A < B < C$

(ب) $A > B > C$

(ج) $A = B = C$

(د) $A = B > C$

تعمل الوسادة الهوائية في السيارة على تقليل القوة التي يمكن أن يضطدم بها السائق مع عجلة القيادة ونظر عن طريق زيادة

(أ) كمية تحرك السائق

(ب) التغير في كمية تحرك السائق

(ج) سرعة تحرك السائق

(د) زمن التغير في كمية تحرك السائق

* سيارة كتلتها 1000 kg تتحرك بسرعة 20 m/s ضغط سائقها على الفرامل لتتوقف بعد مضي 10 s من لحظة الضغط على الفرامل، فإن :

(١) مقدار التغير في كمية التحرك للسيارة خلال تلك الفترة يساوي

(أ) $2 \times 10^4 \text{ kg.m/s}$

(ب) $2 \times 10^5 \text{ kg.m/s}$

(ج) $2 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$

(د) 10^4 kg.m/s

(٢) مقدار محصلة قوى الاحتكاك المؤثرة على السيارة يساوي

(أ) $5 \times 10^3 \text{ N}$

(ب) $2 \times 10^3 \text{ N}$

(ج) 10^5 N

(د) $2 \times 10^4 \text{ N}$

تحركت قطعة خشبية كتلتها 2 kg على مستوى أفقى بعد التأثير عليها بقوة أفقية مقدارها 6 N فإذا كان مقدار قوى الاحتكاك يساوي 2 N فإن عجلة تحرك القطعة الخشبية تساوي

(أ) 2 m/s^2

(ب) 6 m/s^2

(ج) -4 m/s^2

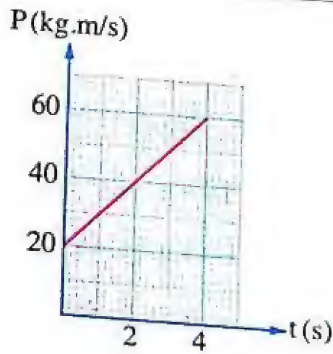
(د) -3 m/s^2

٤٠ * انزلق جسم يتحرك بسرعة 20 m/s على سطح أفقى خشن فتناقصت سرعته بسبب الاحتكاك حتى توقف تمامًا بعد أن قطع مسافة 40 m، فإذا كانت كتلة الجسم 8 kg فإن قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح تساوى

- ١ 16 N
ب 40 N
ج -16 N
د -40 N

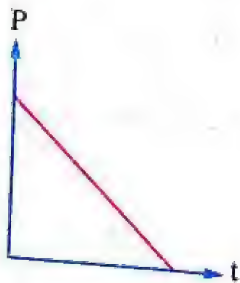
٤١ ضغط سائق سيارة تتحرك فى خط مستقيم على الفرامل لتهدئة سرعتها بانتظام، فإذا اعتبرنا أن اتجاه حركة السيارة هو الاتجاه الموجب، فإن كمية تحرك السيارة والقوة المحصلة المؤثرة عليها بعد الضغط على الفرامل

كمية تحرك السيارة	القوة المحصلة المؤثرة على السيارة
١ موجبة	موجبة
ب سالبة	سالبة
ج موجبة	سالبة
د سالبة	موجبة



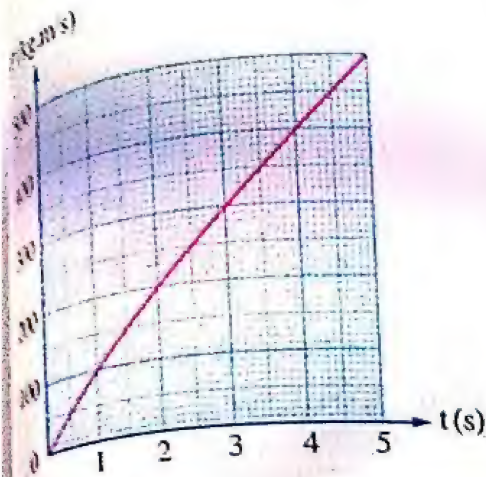
٤٢ يمثل الشكل البيانى المقابل العلاقة بين كمية التحرك والزمن لجسم يتحرك فى خط مستقيم على سطح أفقى أملس تحت تأثير قوة ثابتة، فإن القوة المحصلة المؤثرة على الجسم تساوى

- ١ 6 N
ب 10 N
ج 15 N
د 18 N



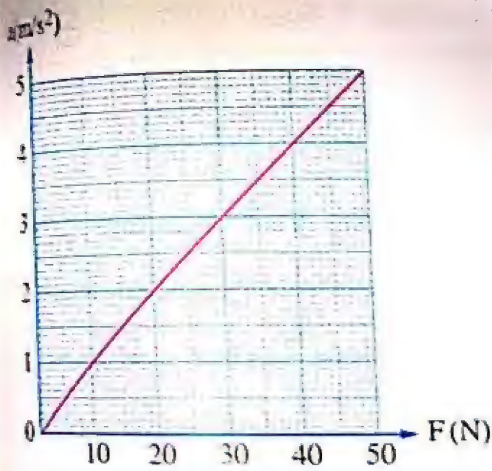
٤٣ * الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين كمية تحرك جسم والزمن، فتكون القوة المحصلة المؤثرة على الجسم

- ١ منعدمة
ب فى نفس اتجاه الحركة
ج فى عكس اتجاه الحركة
د عمودية على اتجاه الحركة



٤٤ * جسم كتلته 16 kg تؤثر عليه قوة محصلة ثابتة (F) والشكل البياني المقابل يمثل تغير كمية تحرك الجسم (P) مع الزمن (t)، فإن مقدار واتجاه القوة المحصلة المؤثرة على الجسم هما

مقدار F	اتجاه F	
100 N	في عكس اتجاه حركة الجسم	أ
100 N	في نفس اتجاه حركة الجسم	ب
1250 N	في عكس اتجاه حركة الجسم	ج
1250 N	في نفس اتجاه حركة الجسم	د



٤٥ * جسم كتلته m أثرت عليه عدة قوى محصلة مختلفة (F) كل على حدة فتغيرت عجلة تحرك الجسم (a) كما في الشكل البياني المقابل، فإن :
(١) كتلة الجسم (m) تساوى

أ 0.01 kg

ب 0.1 kg

ج 10 kg

د 100 kg

(٢) وزن الجسم يساوى

أ 0.098 N

ب 0.98 N

ج 98 N

د 980 N

٤٦ من الشكل المقابل مقدار قوة الاحتكاك

يساوى

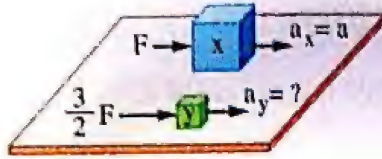
أ 8 N

ب 6 N

ج 39 N

د 9 N





الشكل المقابل يوضح جسم x كتلته m تؤثر عليه قوة

محصلة F تكسبه عجلة منتظمة a ، وجسم آخر y

كتلته $\frac{1}{2} m$ تؤثر عليه قوة محصلة $\frac{3}{2} F$ فتكسبه عجلة

منتظمة

(ب) $\frac{3}{2} a$

(ا) $\frac{1}{3} a$

(د) $6 a$

(ج) $3 a$

* بدأت سيارة كتلتها 1000 kg الحركة من السكون بعجلة منتظمة فكانت كمية تحركها بعد 2 s هي

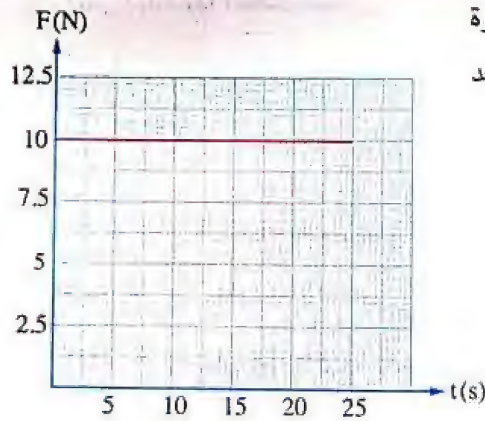
$4 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$ فتكون كمية تحركها بعد 4 s من بداية الحركة هي

(ب) $16 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$

(ا) $8 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$

(د) $8\sqrt{2} \times 10^3 \text{ kg.m/s}$

(ج) $4\sqrt{2} \times 10^3 \text{ kg.m/s}$



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين القوة المحصلة (F) المؤثرة

على جسم ساكن والزمن (t) ، فإذا أصبحت سرعة الجسم بعد

مرور 20 s من بداية الحركة 2 m/s فإن :

(١) التغير في كمية تحرك الجسم بعد مرور 20 s

يساوي

(ا) 0.5 kg.m/s

(ب) 2 kg.m/s

(ج) 200 kg.m/s

(د) 250 kg.m/s

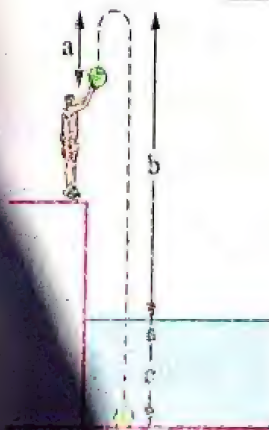
(٢) كتلة الجسم تساوي

(ب) 1 kg

(ا) 0.25 kg

(د) 125 kg

(ج) 100 kg



قذف شخص كرة معدنية ملساء رأسياً إلى أعلى من فوق كوبرى

يعبر مجرى مائي فارتفعت الكرة حتى وصلت إلى أقصى ارتفاع

لها (مرحلة a) ثم هبطت إلى سطح الماء (مرحلة b) ثم غاصت في

الماء (مرحلة c)، فما الترتيب الصحيح لمقدار العجلة التي تحركت

بها الكرة خلال المراحل الثلاث ؟

(ب) $c < b = a$

(ا) $c = b < a$

(د) $b < c < a$

(ج) $b < c = a$

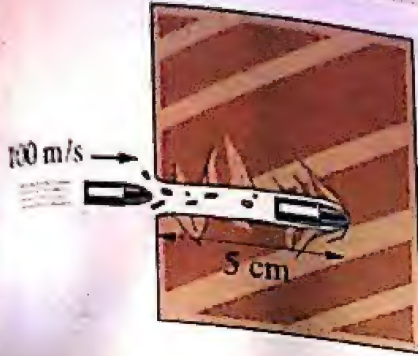
* تبدأ عربة كتلتها 1200 kg الحركة من السكون على طريق مستقيم أفقى بتأثير قوة أفقية ثابتة مقدارها 7500 N فبلغت سرعتها 5 m/s بعد قطعها مسافة 10 m فيكون مقدار قوة الاحتكاك المؤثرة على العربة

(أ) 2000 N

(ب) 6000 N

(ج) 1500 N

(د) 3000 N



رصاصة كتلتها 15 g اخترقت قطعة من الخشب لمسافة 5 cm حتى توقفت، فإذا كانت سرعتها لحظة اصطدامها بالخشب 100 m/s ، فإن مقدار القوة المحصلة المتوسطة التى أثرت على الرصاصة أثناء اختراقها قطعة الخشب يساوى

(أ) 750 N

(ب) 3000 N

(ج) 0

(د) 1500 N

* سقطت كرة معدنية من مبنى سقوطاً حراً على أرض رملية فكانت سرعتها لحظة اصطدامها بالأرض 30 m/s ، إذا غاصت الكرة فى الرمل وتوقفت بعد 0.01 s وكان متوسط قوة مقاومة الرمل لحركة الكرة (علماً بأن : عجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s^2)

(أ) 1.5 kg

(ب) 2.5 kg

(ج) 1 kg

(د) 2 kg

* جسم ساكن موضوع على سطح أفقى أثرت عليه قوة محصلة أفقية مقدارها يساوى نصف مقدار وزنه (علماً بأن : عجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s^2)

فإن :

(١) سرعته بعد ثانيتين يساوى

(أ) 10 m/s

(ب) 20 m/s

(ج) 5 m/s

(د) 15 m/s

(٢) الإزاحة التى يقطعها الجسم خلال ثانيتين يساوى

(أ) 10 m

(ب) 20 m

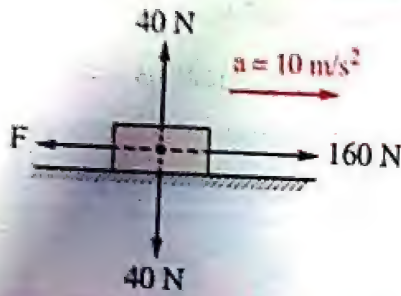
(ج) 5 m

(د) 15 m

٥٥ * سيارة كتلتها 725 kg تتحرك بسرعة 72 km/h، ضغط سائقها على الفرامل لمدة 2 s فتأثرت بقوة احتكاك مقدارها 2×10^3 N، فإن

- (١) التغير في كمية تحرك السيارة خلال تلك الفترة يساوى
- (أ) 10^3 kg.m/s (ب) 4×10^3 kg.m/s
(ج) -10^3 kg.m/s (د) -4×10^3 kg.m/s

- (٢) سرعة السيارة بعد زوال قوة الفرامل مباشرة تساوى
- (أ) 77.52 m/s (ب) 25.52 m/s
(ج) 14.48 m/s (د) 8.96 m/s

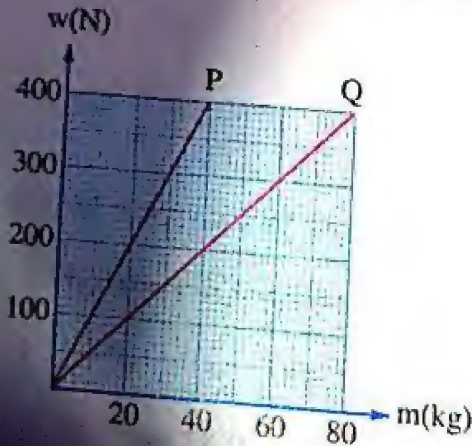


٥٦ الشكل المقابل يوضح جسم كتلته 4 kg يتحرك بعجلة 10 m/s^2 في الاتجاه الموضح، فإن مقدار القوة F يساوى

- (أ) 120 N (ب) 160 N
(ج) 200 N (د) 250 N

٥٧ جسم وزنه w يسقط من السكون سقوطاً حراً من قمة مبنى ارتفاعه d ليصل إلى سطح الأرض بعد زمن t، فإن كمية تحرك الجسم لحظة اصطدامه بـ سطح الأرض تساوى

- (أ) wd (ب) wt
(ج) $\frac{w}{t}$ (د) $\frac{w}{d}$



٥٨ * الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين وزن وكتلة مجموعة من الأجسام عند وضع كل منها على كوكبين P، Q، فإذا تم نقل جسم يزن 650 N على الكوكب P إلى الكوكب Q، فإن

وزن الجسم على الكوكب Q (N)	كتلة الجسم على الكوكب Q (kg)	
325	130	(أ)
1300	130	(ب)
325	65	(ج)
1300	65	(د)

* الشكل المقابل يوضح كتلتين متلامستين،
فكشور محصلة القوى المؤثرة على الكتلة

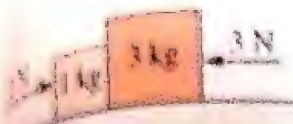
الأكثر

(أ) أكثر من 2 N

(ب) أقل من 2 N

(ب) تساوي 2 N

(د) لا يمكن تحديد الإجابة



* جسمان متصلان بحبل مهمل الكتلة وموضوعان

على سطح أملس، فإذا أثرت قوة خارجية (F) كما

بالشكل تحرك الجسمان معاً بعجلة منتظمة، فإن قوة

الشد في الحبل (F_p) تساوي

zero (أ)

F (ج)

(ب) $2F$

(د) $\frac{F}{3}$



* ثلاث كتل (m, 2m, 3m) متصلة

بواسطة خيطين مهمل الكتلة وموضوعة على

سطح أفقي أملس، عندما تؤثر قوة محصلة

أفقية F على الكتلة 3m كما بالشكل المقابل

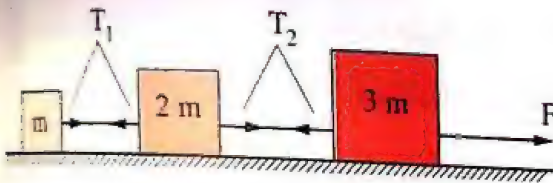
فإن قوة الشد T_2 تساوي

(أ) $3T_1$

(ج) $\frac{F}{3}$

(ب) $2T_1$

(د) F



* ثقلان متصلان بحبل مهمل الكتلة يتحرك حول بكرة ملساء

في الاتجاه الموضح بالشكل المقابل، فإن العجلة التي يتحرك بها

الثقلان تساوي (علماً بأن: $g = 10 \text{ m/s}^2$)

(أ) 0.52 m/s^2

(ج) 1.67 m/s^2

(ب) 1.03 m/s^2

(د) 2 m/s^2





* يجز فيل ساقاً خشبية كتلتها 0.5 ton على سطح أفقى بسرعة ثابتة بواسطة حبل يصنع زاوية 60° مع الأفقى كما فى الشكل، إذا علمت أن قوة الاحتكاك بين الساق والأرض 200 N فإن :

(١) قوة الشد فى الحبل تساوى

400 N (ب)

500 N (ج)

2.5×10^{-3} N (د)

100 N (ا)

(٢) قوة الشد فى الحبل اللازمة كي تكتسب الساق عجلة قدرها 2 m/s^2 تساوى

1200 N (ب)

1000 N (ج)

2400 N (د)

1600 N (ا)

أسئلة المقال

ثانياً

١ يمكن القول بأن قانون نيوتن الأول هو حالة خاصة من قانون نيوتن الثانى، وضع ذلك.

٢ اكتب العلاقة الرياضية التى يمثلها كل شكل بيانى وما يساويه ميل الخط المستقيم فى كل حالة :

<p>(٢) $P(\text{kg.m/s})$</p> <p>$m(\text{kg})$</p>	<p>(١) $P(\text{kg.m/s})$</p> <p>$v(\text{m/s})$</p>
<p>(٤) $a(\text{m/s}^2)$</p> <p>$F(\text{N})$</p>	<p>(٣) $F(\text{N})$</p> <p>$m(\text{kg})$</p>
<p>(٦) $w(\text{N})$</p> <p>$m(\text{kg})$</p>	<p>(٥) $a(\text{m/s}^2)$</p> <p>$\frac{1}{m}(\text{kg}^{-1})$</p>

• حيث (P) كمية التحرك، (m) الكتلة، (v) السرعة، (F) القوة المحصلة، (a) العجلة، (w) الوزن.

٢. سيارتان x ، y تتحركان في نفس الاتجاه تحت تأثير نفس القوة المحصلة، فإذا كانت كتلة السيارة x أكبر من كتلة السيارة y ، أي من السيارتين تتحرك بعجلة أكبر ؟



٤. فسر لماذا قامت شركات السيارات حديثاً بإضافة وسادة هوائية إلى السيارات.



كتاب الامتحان

في الأحياء

لصف 1 الثانوى

احرص
على اقتناء

اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :

أثناء سقوط جسم سقوطاً حراً نحو الأرض

- أ) تزداد كمية تحركه
- ب) تزداد كتلته
- ج) تظل عجلة حركته ثابتة
- د) تقل سرعته
- هـ) يزداد وزنه

الصيغة الرياضية لقانون نيوتن الثاني هي

- أ) $F = \frac{m\Delta P}{\Delta t}$
- ب) $F = \frac{v\Delta m^2}{\Delta t}$
- ج) $F = \frac{m\Delta v^2}{\Delta t}$
- د) $F = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t}$
- هـ) $F = ma$

الوحدة kg.m.s^{-1} تكافئ

- أ) J.s
- ب) J.s/m
- ج) N
- د) N.s
- هـ) N/s

جسم كتلته 10 kg تم تعجيله ليتحرك في خط مستقيم بحيث تتغير سرعته بانتظام من 54 km/h إلى

108 km/h خلال 10 s ، فإن القوة المحصلة التي أثرت على الجسم

- أ) تساوى 1.5 N
- ب) تساوى 15 N
- ج) تساوى التغير في كمية تحركه خلال 1 s
- د) أكبر من معدل التغير في كمية تحركه
- هـ) أقل من معدل التغير في كمية تحركه

الأشكال التالية تمثل خمس حالات للأجسام تحت تأثير عدة قوى على جسم ما، أي حالتي من هذه الحالات يمثل أقل مقدار للعجلة التي يكتسبها الجسم ؟



(أ)



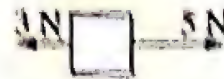
(ب)



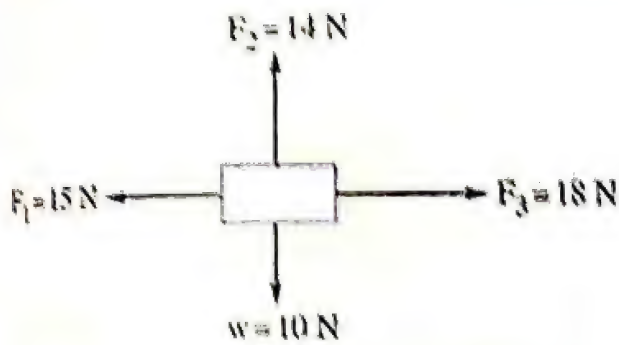
(ج)



(د)



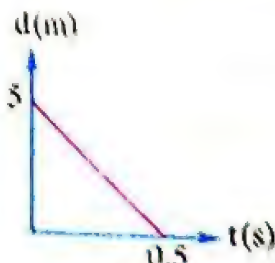
(هـ)



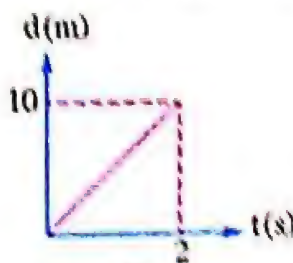
تؤثر عدة قوى على جسم كما بالشكل، أي العبارات الآتية صحيحة بالنسبة للجسم ؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- (أ) كتلة الجسم 1 kg
- (ب) كتلة الجسم 100 kg
- (ج) مقدار عجلة حركة الجسم 0.5 m/s^2
- (د) مقدار عجلة حركة الجسم 1 m/s^2
- (هـ) مقدار عجلة حركة الجسم 5 m/s^2

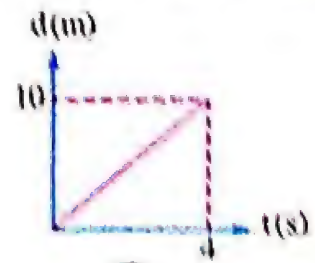
الأشكال البيانية التالية توضح منحني (الإزاحة - الزمن) لخمسة أجسام لها نفس الكتلة، فيكون الشكلين البيانيين الممثلين لحالة الجسمين اللذين لهما أكبر مقدار لكمية تحرك هما



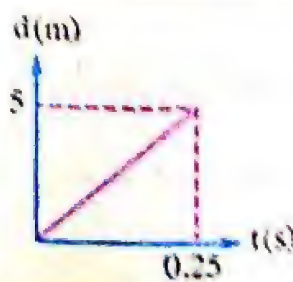
(أ)



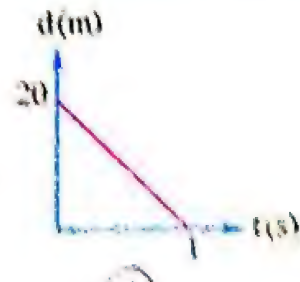
(ب)



(ج)



(د)



(هـ)

جسم كتلته m ووزنه F يسقط سقوطاً حراً من ارتفاع h ليصل إلى سطح الأرض بعد مرور زمن t ، فإذا كانت كمية تحرك الجسم لحظة اصطدامه بسطح الأرض P ، فأى العلاقات الرياضية الآتية صحيحة ؟
(علماً بأن : g) عجلة الجاذبية الأرضية، مقاومة الهواء مهملة)

$F = m\sqrt{2gh}$ (ب)

$P = \sqrt{2mgh}$ (د)

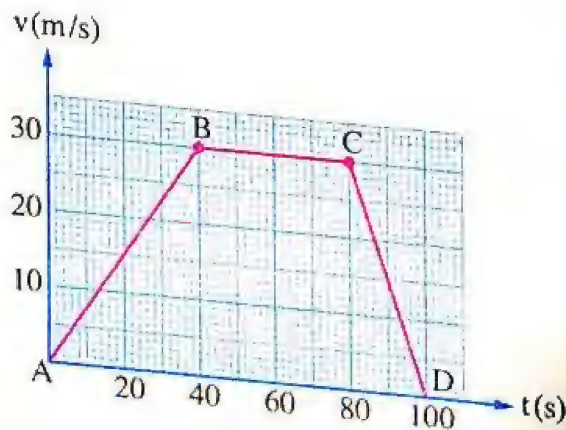
$F = \frac{m\sqrt{2gh}}{t}$ (ا)

$P = 2mgh$ (ج)

$P = m\sqrt{2gh}$ (هـ)

اختر من القائمة ما يناسب الفراغات :

الشكل البياني التالى يمثل تغير سرعة جسم كتلته 80 kg خلال 100 s ، فإن القوة المحصلة المؤثرة على الجسم فى المرحلة BC هى (1) وفى المرحلة CD هى (ب)



القوة المحصلة التى تؤثر على جسم ساكن كتلته 30 kg :

(1) لتكسبه عجلة قدرها 3 m.s^{-2} تساوى

(ب) لتكسبه سرعة قدرها 8 m.s^{-1} فى زمن قدره 6 s تساوى

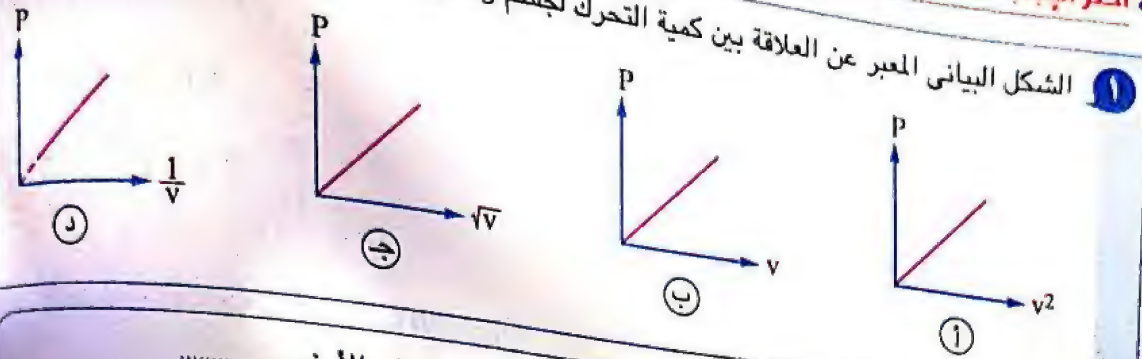
120 N
60 N
0
- 60 N
-120 N

40 N
60 N
90 N
120 N
150 N

على الفصل الثالث

اختبار

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٠) :



٢ جسم كتلته 40 kg على سطح القمر، فإن وزنه على سطح الأرض
 (علمًا بأن : عجلة الجاذبية الأرضية = 10 m/s^2)

٣٩٢ N (ب)

60 N (د)

400 N (١)

66 N (ج)

٣ إذا أثرت قوة أفقية 500 N على سيارة ساكنة فحركتها مسافة ما للأمام بعجلة منتظمة، فهذا يعني أن قيمة قوى الاحتكاك

١ أكبر من 500 N

٢ أصغر من 500 N

٣ تساوى 500 N

٤ لا يمكن تحديد الإجابة

٤ تستخدم صواريخ صغيرة لتغيير سرعة الأقمار الصناعية، فإذا أثر أحد هذه الصواريخ على قمر صناعي كتلته 7200 kg بقوة دفع 3500 N، فإن الفترة الزمنية التي يجب أن يؤثر بها الصاروخ على القمر الصناعي ليزيد سرعته بمقدار 0.63 m/s هي

1.052 s (ب)

1.487 s (د)

0.864 s (١)

1.296 s (ج)

اختبار

٥ شاحنة محملة بالرمال تسير عبر طريق سريع تحت تأثير قوة ثابتة، فإذا تسربت الرمال بمعدل ثابت عبر فتحة في الشاحنة فإن عجلة تحركها

- ☐ أ تقل
☐ ب تزداد
☐ ج تظل ثابتة
☐ د تقل ثم تزداد

٦ النسبة بين القوة المؤثرة على جسم وكتلة هذا الجسم طبقاً لقانون نيوتن الثاني هي (حيث a عجلة تحرك الجسم)

- ☐ أ $0.5 a$
☐ ب a
☐ ج $1.5 a$
☐ د $2 a$

٧ تتساوى القوة المحصلة المؤثرة على جسم مع وزنه إذا كانت عجلة تحركه عجلة الجاذبية الأرضية.

- ☐ أ ربع
☐ ب ثلث
☐ ج نصف
☐ د تساوى



٨ الشكل المقابل يوضح صندوق يتحرك بسرعة ثابتة على سطح أفقي نتيجة تأثير قوتان عليه، فإن قوة الاحتكاك مع السطح هي

- ☐ أ $2 N$
☐ ب $3 N$
☐ ج $4 N$
☐ د $5 N$

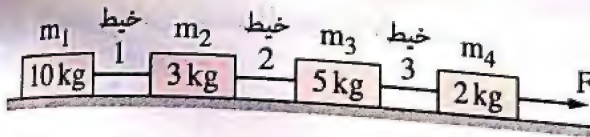
٩ قذف جسم وزنه $10 N$ رأسياً لأعلى فكان أقصى ارتفاع وصل إليه $5 m$ ، فإن مقدار كمية تحرك الجسم لحظة وصوله لأقصى ارتفاع يساوى

- ☐ أ 0
☐ ب $5 kg.m/s$
☐ ج $10 kg.m/s$
☐ د $100 kg.m/s$

١٠ عربة كتلتها 1000 kg وأخرى كتلتها 2000 kg تتحركان بنفس العجلة، فإن القوة المحصلة المؤثرة على العربة ذات الكتلة الأكبر القوة المحصلة المؤثرة على العربة ذات الكتلة الأقل.

- (أ) تساوى
(ب) نصف
(ج) ضعف
(د) ثلاثة أمثال

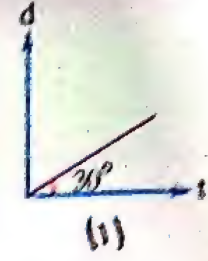
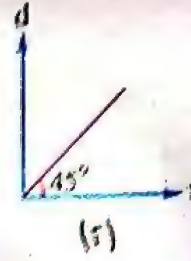
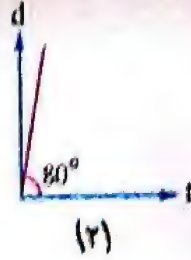
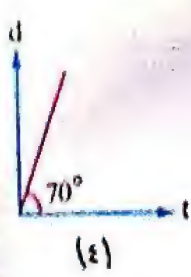
أجب عما يأتي (١١ : ١٧) :



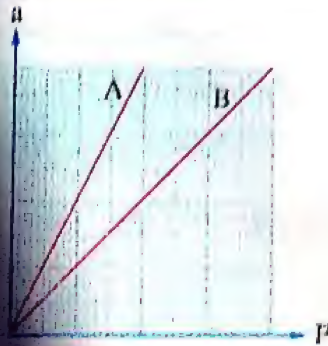
١١ الشكل المقابل يوضح أربع كتل متصلة بواسطة خيوط مهملة الكتلة، يتم سحب الكتل على سطح أملس عديم الاحتكاك بواسطة قوة أفقية (F)، رتب تصاعدياً،
(١) الكتل طبقاً لعجلة تحركها.
(٢) الخيوط طبقاً لقوة الشد في كل منها.

١٢ لاعب كرة قدم كتلته 85 kg يجرى بسرعة 5 m/s، فإذا قام لاعب من الفريق المنافس بشده حتى توقف بعد أن قطع مسافة 1.25 m، احسب متوسط القوة التي تسببت في إيقاف اللاعب.

١٣ تمثل الأشكال البيانية التالية حركة مجموعة من الأجسام لها نفس الكتلة وجمعها مرسومة بنفس مقياس الرسم، أي من هذه الأشكال البيانية يعبر عن الجسم الذي له أكبر كمية تحرك ؟ مع التفسير.



١٤ أثرت قوتان متساويتان على جسمين كتليهما 1 kg ، 5 kg ، فاكتملت الكتلة الثانية (5 kg) عجلة 20 m/s^2 ، احسب العجلة التي تتحرك بها الكتلة الأولى.



١٥ الشكل البياني المقابل يوضح تغير العجلة

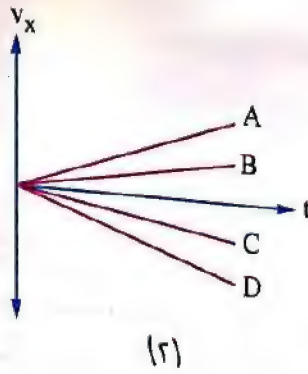
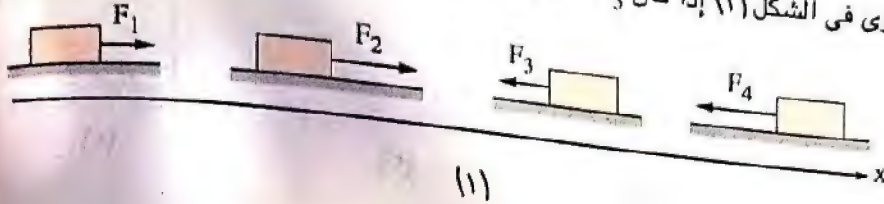
مع تغير مقدار القوة المحصلة المؤثرة

على جسمين مختلفين A ، B ،

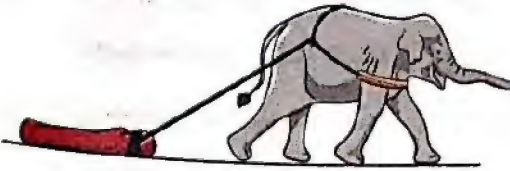
احسب النسبة بين كتلة الجسم A وكتلة

الجسم B

الشكل (١) يوضح أربع حالات في كل منها تؤثر قوة أفقية على نفس الكتلة وتحركها من السكون، أما الشكل (٢) فيمثل تغير السرعة الأفقية للكتلة مع الزمن، **هـ** التمثيلات البيانية في الشكل (٢) يناسب أى القوى في الشكل (١) إذا كان $F_2 = F_4 = 2 F_1 = 2 F_3$ ؟



١٧ يجز فيل ساقاً خشبية كتلتها 1 ton على سطح أفقى بسرعة تتغير بانتظام من 1 m/s إلى 4 m/s خلال 2 s فإذا كانت قوى الاحتكاك بين الساق والأرض هي 400 N ، احسب المركبة الأفقية لقوة الشد في الحبل.





قوانين الحركة الدائرية.

الفصل 1

الاجاذبية الكونية والحركة الدائرية.

الفصل 2

مقدمة

تعتبر الحركة في دائرة من أهم أنواع الحركة الشائعة في الطبيعة، كحركة الأرض حول الشمس، والقمر حول الأرض، وحركة بعض الألعاب في الملاهي وغيرها، لذا سنخصص هذا الباب لدراسة الحركة في دائرة ووصف كيفية حدوثها ودراسة العديد من الأمثلة والتطبيقات الحياتية والتكنولوجية ذات الصلة بها واستنتاج العلاقات الرياضية المستخدمة في وصفها.

الامتحان فيزياء - ١ - ٥ - ترم ٢ - ج ١ - (١٠ / ٤)

الفصل

1

قوانين الحركة الدائرية

اختبار

على
الفصل الأول

نواتج التعلم المتوقعة

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يستنتج قوانين الحركة في دائرة.
- يستنتج قيمة العجلة المركزية ويحدد مفهومها.
- يستنتج قانون القوة الجاذبة المركزية.
- يحسب قيمة القوة الجاذبة المركزية.
- يتعرف أنواع القوة الجاذبة المركزية.
- يتعرف التطبيقات الحياتية والتكنولوجية للقوة الجاذبة المركزية.



من خلال دراستك لقانون نيوتن الثاني تعلمت أنه :

عندما تؤثر قوة محصلة على جسم متحرك

فإن

سرعته
المتجهة
تتغير

أي

يكتسب
عجلة

ويعتمد التغير الحادث في السرعة المتجهة على اتجاه القوة المحصلة المؤثرة بالنسبة لاتجاه الحركة. فإذا كان اتجاه القوة المحصلة :

عمودي على اتجاه الحركة

يظل مقدار سرعة الجسم المتحرك ثابت.
يتغير اتجاه حركة الجسم.

عكس اتجاه الحركة

يقل مقدار سرعة الجسم المتحرك.
لا يتغير اتجاه حركة الجسم.

في نفس اتجاه الحركة

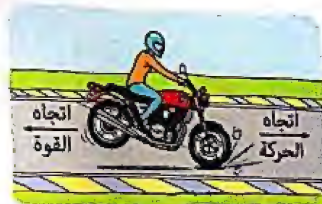
يزداد مقدار سرعة الجسم المتحرك.
لا يتغير اتجاه حركة الجسم.

مثال

عندما يميل قائد الدراجة النارية بجسمه يميناً أو يساراً تتولد قوة محصلة عمودية على اتجاه الحركة فيتغير اتجاه الحركة وتسير في مسار دائري.



عندما يضغط قائد الدراجة النارية على الفرامل فإن القوة المحصلة تكون في عكس اتجاه الحركة فتقل سرعتها.



عندما يزيد قائد الدراجة النارية من حرق الوقود فإنها تتأثر بقوة محصلة في نفس اتجاه الحركة فتزداد سرعتها.



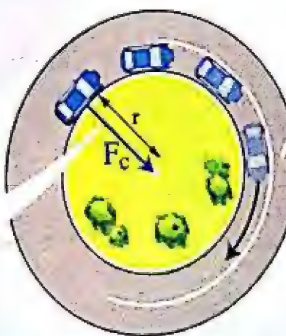
مما سبق يتضح أن :

لكي يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة (في مسار دائري بسرعة مقدارها ثابت) لا بد أن تؤثر عليه باستمرار قوة محصلة مقدارها ثابت وعمودية على اتجاه حركته وفي اتجاه مركز الدائرة يطلق عليها **القوة الجاذبة المركزية**.

الحركة الدائرية المنتظمة

حركة جسم في مسار دائري بسرعة ثابتة المقدار ومتغيرة الاتجاه

القوة الجاذبة المركزية
القوة التي تؤثر باستمرار في اتجاه عمودي على اتجاه حركة الجسم فتجعله يتحرك في مسار دائري

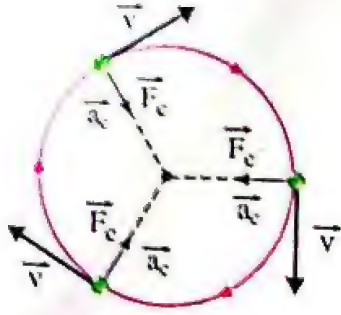


قوانين الحركة الدائرية

ثانياً
القوة الجاذبة
المركزية

أولاً
العجلة
المركزية

أولاً العجلة المركزية Centripetal Acceleration



عندما تؤثر قوة محصلة ($\Sigma \vec{F} = \vec{F}_c$) عمودياً على اتجاه حركة جسم كتلته m وسرعته \vec{v} فإنه يتحرك في مسار دائري نصف قطره r ، ويكون :

- مقدار السرعة (v) ثابت على طول محيط المسار الدائري.
- اتجاه السرعة متغير باستمرار على طول محيط المسار الدائري، وتغير اتجاه السرعة يعنى اكتساب الجسم عجلة أثناء حركته الدائرية تسمى **العجلة المركزية (\vec{a}_c)** ويكون اتجاهها في نفس اتجاه القوة الجاذبة المركزية.

العجلة المركزية
العجلة التي يكتسبها الجسم في الحركة الدائرية بسبب التغير في اتجاه السرعة.

الزمن الدوري
الزمن اللازم لعمل دورة كاملة في المسار الدائري.

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$T = \frac{t}{N}$$

$$f = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$$

٧٧

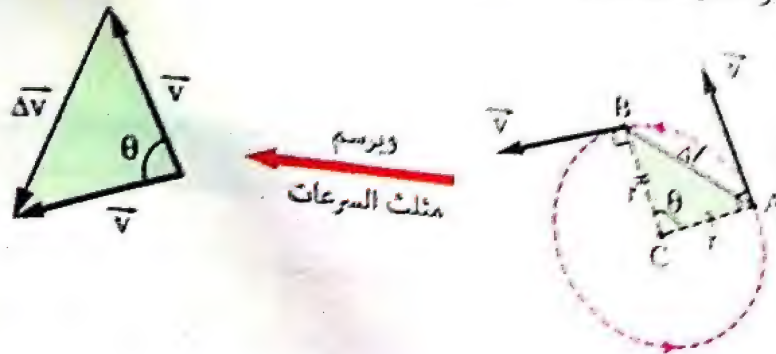
إذا أتم هذا الجسم دورة كاملة في نفس المسار الدائري خلال زمن T يطلق عليه **الزمن الدوري** فإن السرعة (v) التي يتحرك بها يطلق عليها السرعة المماسية، وتحسب من العلاقة :
واتجاهها دائماً في اتجاه المماس للمسار الدائري عند موضع الجسم في تلك اللحظة.

إذا أتم الجسم عدد N من الدورات الكاملة خلال زمن t ، فإن الزمن الدوري لحركته يعطى من العلاقة :

التردد (f) هو معدل دوران الجسم (عدد الدورات التي يكملها الجسم في الثانية الواحدة) ويحسب من العلاقة :

استنتاج العجلة المركزية (هـ)

إذا تحرك جسم في مسار دائري من النقطة A إلى النقطة B كما بالشكل فإن اتجاه السرعة (\vec{v}) يتغير بين النقطتين ولكن مقدار السرعة يظل ثابتاً، وبذلك فإن التغير في السرعة ($\Delta \vec{v}$) ينتج عن تغير اتجاهها فقط.



- من تشابه المثلث (CAB) مع مثلث السرعات :

$$\frac{\Delta l}{r} = \frac{\Delta v}{v}$$

$$\Delta v = \frac{\Delta l}{r} v$$

$$a_c = \frac{\Delta v}{\Delta t} = v \frac{\Delta l}{\Delta t} \cdot \frac{1}{r}$$

- إذا انتقل الجسم من A إلى B خلال فترة زمنية Δt فإن :

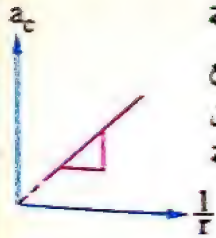
$$v = \frac{\Delta l}{\Delta t}$$

$$\therefore a_c = \frac{v^2}{r}$$

العلاقة التي تربط العجلة المركزية بكل من السرعة المماسية ونصف قطر الدوران

نصف قطر الدوران :

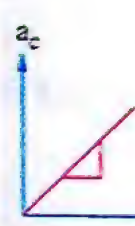
تناسب العجلة المركزية عكسياً مع نصف قطر الدوران عند ثبوت السرعة المماسية.



$$\text{slope} = \frac{\Delta a_c}{\Delta (1/r)} = v^2$$

السرعة المماسية :

تناسب العجلة المركزية طردياً مع مربع السرعة المماسية عند ثبوت نصف قطر الدوران.



$$\text{slope} = \frac{\Delta a_c}{\Delta v^2} = \frac{1}{r}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

مثال ١

كرة مثبتة بنهاية حبل تتحرك بانتظام في دائرة أفقية نصف قطرها 0.6 m، فإذا قطعت الكرة دورتين كاملتين في الثانية الواحدة فإن السرعة المماسية للكرة والعجلة المركزية لها هما

السرعة المماسية	العجلة المركزية	
1.89 m/s	5.95 m/s ²	أ
1.89 m/s	94.75 m/s ²	ب
7.54 m/s	5.95 m/s ²	ج
7.54 m/s	94.75 m/s ²	د

الحل

$$r = 0.6 \text{ m}$$

$$N = 2$$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$v = ?$$

$$a_c = ?$$

$$T = \frac{t}{N} = \frac{1}{2} \text{ s}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times \frac{22}{7} \times 0.6}{\frac{1}{2}}$$

$$= 7.54 \text{ m/s}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(7.54)^2}{0.6}$$

$$= 94.75 \text{ m/s}^2$$

∴ الاختيار الصحيح هو د

زادت السرعة المماسية التي تدور بها الكرة إلى أربعة أمثالها، ماذا يحدث للعجلة المركزية ؟

ماذا لو

مثال ٢

يدور جسم في مسار دائري أفقي بسرعة خطية منتظمة بحيث يكمل نصف دورة خلال 3 s، فإذا كانت إزاحته خلال نصف دورة 2 m فإن عجلته المركزية تساوى

$$1.1 \text{ m/s}^2 \text{ ب}$$

$$6.6 \text{ m/s}^2 \text{ د}$$

$$0.35 \text{ m/s}^2 \text{ أ}$$

$$4.4 \text{ m/s}^2 \text{ ج}$$

$N = 0.5$ $t = 3 \text{ s}$ $d = 2 \text{ m}$ $a_c = ?$

$d = 2r \Rightarrow r = \frac{d}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ m}$

$T = \frac{1}{N} = \frac{3}{0.5} = 6 \text{ s}$

$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times \frac{22}{7} \times 1}{6} = 1.05 \text{ m/s}$

$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(1.05)^2}{1} = 1.1 \text{ m/s}^2$

الحل

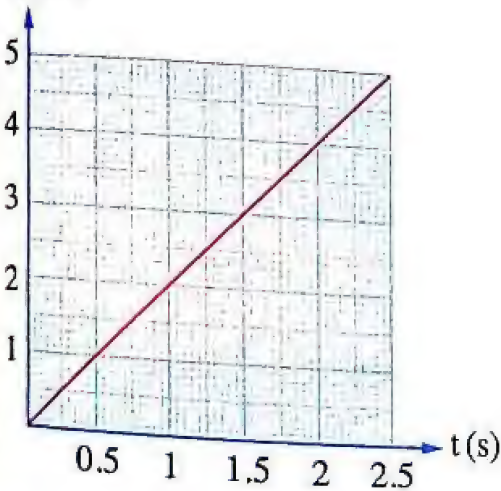
وسيلة مساعدة

إراحة الجسم خلال نصف دورة تساوي قطر المسار الدائري.

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)
دار الجسم بسرعة ضعف سرعته الأولى وفي مسار قطره ضعف قطر المسار الأول.
ماذا لو ماذا يحدث للعجلة المركزية ؟

ماذا لو

$N(\text{turn})$



مثال ٣
جسم يتحرك في مسار دائري أفقي نصف قطره 1 m بسرعة ثابتة، والشكل البياني المقابل يوضح عدد الدورات التي يصنعها الجسم بمرور الزمن، فإن السرعة المماسية للجسم والعجلة المركزية التي يتحرك بها هما

العجلة المركزية	السرعة المماسية	
158 m/s^2	12.57 m/s	(أ)
9.9 m/s^2	12.57 m/s	(ب)
158 m/s^2	3.14 m/s	(ج)
9.9 m/s^2	3.14 m/s	(د)

الحل

$r = 1 \text{ m}$ $v = ?$ $a_c = ?$

$\text{slope} = \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{5 - 0}{2.5 - 0} = 2 \text{ turn/s}$



التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة كيفية حساب ميل الخط المستقيم بند (٧) صفحة (١٦).

$$T = \frac{1}{N} = \frac{1}{\text{slope}} = 0.5 \text{ s}$$

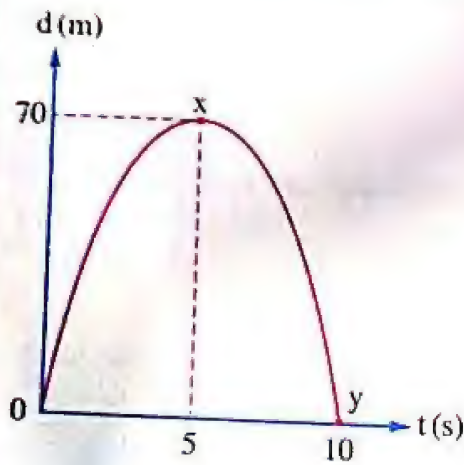
$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times \frac{22}{7} \times 1}{0.5} = 12.57 \text{ m/s} \quad , \quad a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(12.57)^2}{1} = 158 \text{ m/s}^2$$

∴ الاختيار الصحيح هو ①

ماذا لو

دار الجسم فى نفس المسار الدائرى بمعدل 4 دورات لكل ثانية، ماذا يحدث للعجلة المركزية ؟

مثال ٤



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لجسم يدور فى مسار دائرى أفقى بسرعة منتظمة، فإن العجلة المركزية التى يتحرك بها الجسم تساوى

أ) 0.7 m/s^2

ب) 1.4 m/s^2

ج) 13.8 m/s^2

د) 55.3 m/s^2

الحل

وسيلة مساعدة

• من الشكل البياني يتم الجسم دورة كاملة (عند النقطة y) بعد 10 s
∴ $T = 10 \text{ s}$

• أقصى إزاحة لجسم يدور فى مسار دائرى تكون بعد قطعه لنصف دورة (عند النقطة x) وتساوى قطر هذا المسار الدائرى.

* بعد 5 s :

$$d = 2r$$

$$\therefore r = \frac{d}{2} = \frac{70}{2} = 35 \text{ m}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times \frac{22}{7} \times 35}{10} = 22 \text{ m/s}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(22)^2}{35} = 13.8 \text{ m/s}^2$$

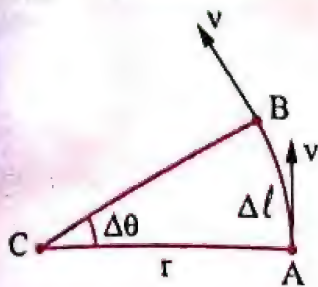
∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

علمت أن كتلة الجسم kg 1، ما النسبة بين مقدارى كمية الحركة للجسم عند الموضعين x، y $\left(\frac{P_x}{P_y}\right)$ ؟

ماذا
لر

معلومة إترائية

• حساب السرعة الزاوية :



إذا تحرك جسم بسرعة مماسية v على محيط دائرة نصف قطرها r من النقطة A إلى النقطة B ليقطع مسافة Δl وزاوية قدرها Δθ فى زمن قدره Δt فإن المقدار $\left(\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\right)$ يعرف بالسرعة الزاوية (ω).

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

ومن المعروف أن قيمة الزاوية بالتقدير الدائرى تساوى النسبة بين طول القوس ونصف قطر المسار.

$$\Delta\theta = \frac{\Delta l}{r}$$

$$\therefore \omega = \frac{\Delta l / r}{\Delta t} = \frac{\Delta l}{\Delta t} \times \frac{1}{r} = \frac{v}{r}$$

$$\therefore v = \omega r$$

∴ السرعة المماسية (v) = السرعة الزاوية (ω) × نصف القطر (r)

$$\therefore v = \frac{2\pi r}{T}$$

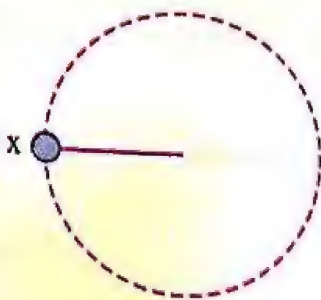
$$\therefore \omega r = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\therefore \omega = \frac{2\pi}{T}$$

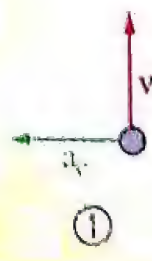
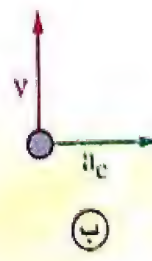
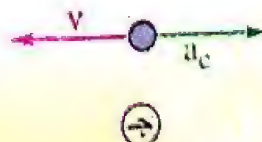
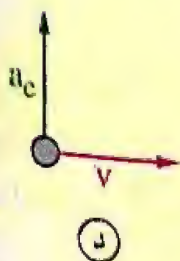
مطاب عنها

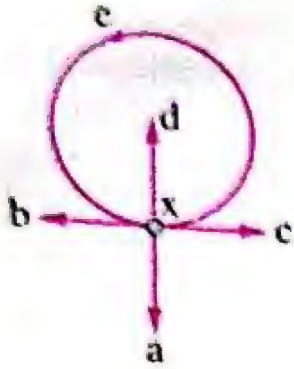
اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :



1 جسم مربوط فى خيط يدور فى مسار دائرى أفقى فى اتجاه دوران عقارب الساعة، عندما يكون الجسم عند الموضع x يكون اتجاهى السرعة المماسية (v) والعجلة المركزية (a_c) ممثلان بالشكل





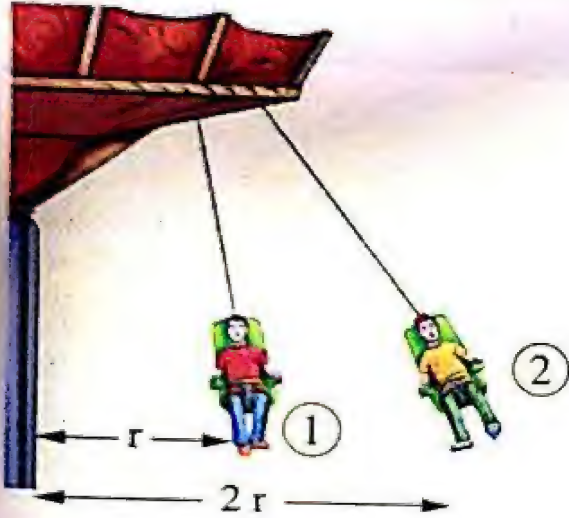
٢ * أمسك طفل بخيط في نهايته حجر وحركه ليدور في مستوى أفقى كما هو موضح باتجاه السهم c على الرسم، فإذا ترك الطفل الخيط فجأة والحجر عند الموضع x فإن الحجر لحظة إنفلاته يتحرك في الاتجاه

Ⓐ \vec{xa}

Ⓒ \vec{xc}

Ⓘ \vec{xd}

Ⓣ \vec{xb}



٢ * الشكل المقابل يمثل لعبة العجلة الدوارة فى الملاهى، فإذا جلس طفلان متساويان فى الكتلة فى مكانين مختلفين بحيث كان بُعد الطفل الثانى عن المركز ضعف بُعد الطفل الأول عن المركز ودارت اللعبة بسرعة ثابتة، فإن :

(١) النسبة بين السرعة المماسية لكل من

الطفلين $= \left(\frac{v_1}{v_2} \right) = \dots\dots\dots$

Ⓐ $\frac{1}{2}$

Ⓒ $\frac{1}{4}$

Ⓘ $\frac{1}{1}$

Ⓣ $\frac{2}{1}$

(٢) النسبة بين العجلة المركزية لكل من الطفلين $= \left(\frac{a_1}{a_2} \right) = \dots\dots\dots$

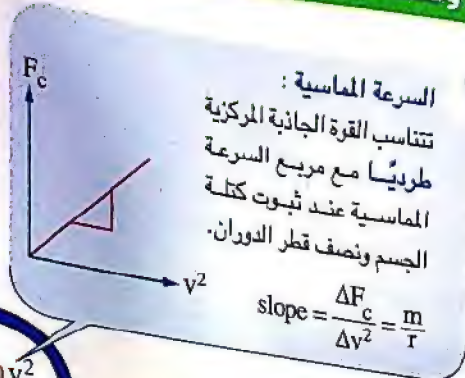
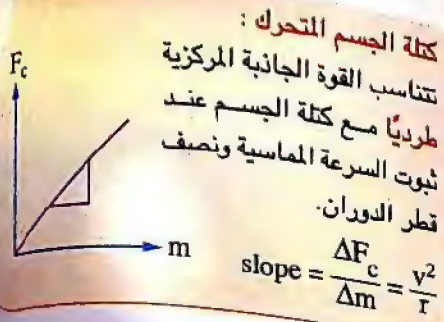
Ⓐ $\frac{1}{2}$

Ⓒ $\frac{1}{4}$

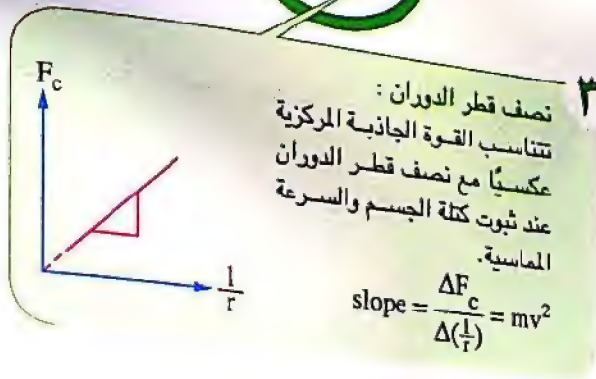
Ⓘ $\frac{1}{1}$

Ⓣ $\frac{2}{1}$

العلاقة التي تربط القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم بكل من السرعة المماسية وكتلة الجسم ونصف قطر الدوران



$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$



ملاحظة

* يمكن حساب القوة الجاذبة المركزية من العلاقات الآتية :



مثال ١

جسم كتلته 0.5 kg يتحرك على محيط دائرة أفقية نصف قطرها 2 m بسرعة خطية ثابتة مقدارها 10 m/s. فإن العجلة المركزية التي يتحرك بها الجسم والقوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليه هما

العجلة المركزية	القوة الجاذبة المركزية	
25 m/s ²	25 N	أ
25 m/s ²	50 N	ب
50 m/s ²	25 N	ج
50 m/s ²	50 N	د

الحل

$$m = 0.5 \text{ kg}$$

$$r = 2 \text{ m}$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

$$a_c = ?$$

$$F_c = ?$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(10)^2}{2} = 50 \text{ m/s}^2$$

$$F_c = ma_c = 0.5 \times 50 = 25 \text{ N}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ج

لم تتمكن من زيادة مقدار القوة الجاذبة المركزية عن 25 N وزادت سرعة الجسم إلى 20 m/s، فما التغير الواجب إحداثه لنصف القطر حتى نحافظ على الجسم متحركاً في مسار دائري؟

ماذا لو

مثال ٢

حجر كتلته 600 g مربوط في خيط طوله 50 cm ويدور في مسار دائري أفقي بسرعة 3 m/s : (١) فإن مقدار القوة الجاذبة المركزية يساوى

$$10.8 \text{ N} \text{ أ}$$

$$108 \text{ N} \text{ ب}$$

$$8 \text{ N} \text{ ج}$$

$$36 \text{ N} \text{ د}$$

(٢) إذا كانت أقصى قوة شد يتحملها الخيط هي 8 N، فإن الخيط

أ لا ينقطع، وتقل القوة الجاذبة المركزية حتى تصبح 8 N

ب لا ينقطع، ويستمر الحجر في حركته في مساره الدائري ولكن بسرعة أقل

ج ينقطع، ويتحرك الحجر لحظة انقطاع الخيط تجاه مركز المسار الدائري

د ينقطع، ويتحرك الحجر لحظة انقطاع الخيط مماساً للمسار الدائري

$$m = 600 \text{ g}$$

$$r = 50 \text{ cm}$$

$$v = 3 \text{ m/s}$$

$$F_c = ?$$

الحل

$$F_c = m \frac{v^2}{r} = 600 \times 10^{-3} \times \frac{(3)^2}{50 \times 10^{-2}} = 10.8 \text{ N}$$

(٧)

١. الاختيار الصحيح هو (ب)

(٢) سينقطع الخيط ويتحرك الحجر في خط مستقيم باتجاه المماس للمسار الدائري الذي كان يسلكه لحظة انقطاع الخيط وذلك لأن القوة الجاذبة المركزية المطلوبة لحركة الحجر في المسار الدائري بهذه السرعة أكبر من أقصى قوة شد يتحملها الخيط.

٢. الاختيار الصحيح هو (د)

علمت أن أقصى قوة شد يتحملها الخيط 8 N، ما أقصى سرعة خطية منتظمة يمكن أن يتحرك بها الحجر في هذا المسار الدائري دون أن ينقطع الخيط؟

ماذا لو

مثال ٣

إذا علمت أن الأرض كتلتها $6 \times 10^{24} \text{ kg}$ وتدور حول الشمس في مدار نصف قطره $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ وتتم دورة كاملة كل 365.25 يوم، فإن القوة الجاذبة المركزية التي تؤثر بها الشمس على الأرض تساوي

$$5.33 \times 10^{22} \text{ N} \quad (ب)$$

$$3.14 \times 10^{20} \text{ N} \quad (د)$$

$$5.1 \times 10^{24} \text{ N} \quad (ا)$$

$$3.6 \times 10^{22} \text{ N} \quad (ج)$$

$$m = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$r = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$T = 365.25 \text{ day}$$

$$F_c = ?$$

الحل

$$\therefore F_c = \frac{mv^2}{r}, \quad v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\therefore F_c = \frac{m \times \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = \frac{m \times 4\pi^2 r}{T^2}$$

$$\therefore F_c = \frac{6 \times 10^{24} \times 4 \times \left(\frac{22}{7}\right)^2 \times 1.5 \times 10^{11}}{(365.25 \times 24 \times 60 \times 60)^2} = 3.14 \times 10^{22} \text{ N}$$

التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة خواص الأس
بند (٥) صفحة (١٤).

٣. الاختيار الصحيح هو (ج)

كان المطلوب حساب العجلة المركزية التي تتحرك بها الأرض نتيجة تأثير جاذبية الشمس عليها،

ماذا لو

• إثبات صحة علاقة القوة الجاذبة المركزية.

الأدوات

• أنبوبة معدنية أو بلاستيكية.

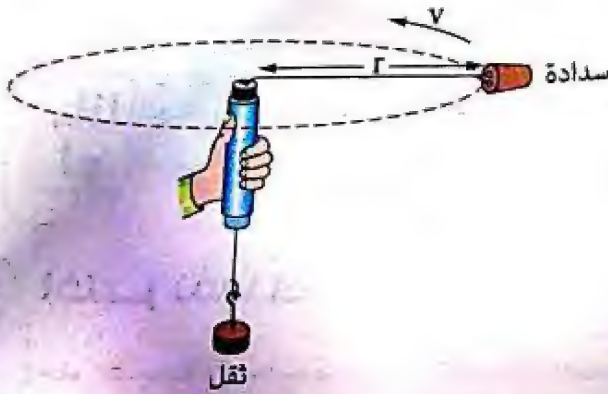
• خيط.

• سداة مطاطية كتلتها m

• ثقل كتلته M

• ساعة إيقاف.

الخطوات



(١) اربط السداة المطاطية في الخيط.

(٢) مرر الخيط خلال الأنبوبة المعدنية أو البلاستيكية.

(٣) اربط الطرف الآخر للخيط بثقل كتلته M

(٤) حرك قطعة المطاط في مسار دائري أفقي.

(٥) قس الزمن الدوري (T) باستخدام ساعة إيقاف.

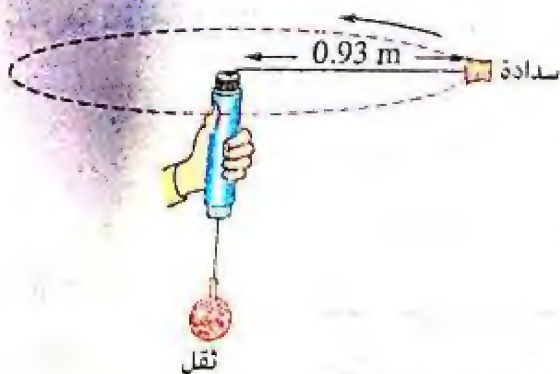
(٦) احسب القوة الجاذبة المركزية (قوة شد الخيط) والتي تساوى وزن الثقل من العلاقة : $F_c = F_T = Mg$

(٧) احسب سرعة حركة سداة المطاط من العلاقة : $v = \frac{2\pi r}{T}$ ومنها احسب قيمة : $\frac{mv^2}{r}$

$$F_c = Mg = \frac{mv^2}{r}$$

الاستنتاج

مثال



في الشكل المقابل، إذا أدير سداة مطاطية كتلتها 13 g

في مسار دائري أفقي نصف قطره 0.93 m لتصنع

50 دورة في زمن قدره 59 s ، فإن كتلة الثقل المعلق في

الطرف الآخر للخيط تساوى

(علماً بأن : $g = 10\text{ m/s}^2$ ، $\pi = 3.14$).

ب) $34 \times 10^{-3}\text{ g}$

ا) 34 g

د) $66 \times 10^{-3}\text{ g}$

ج) 66 g

$$m = 13 \text{ g} \quad r = 0.93 \text{ m} \quad N = 50 \quad t = 59 \text{ s} \quad g = 10 \text{ m/s}^2 \quad \pi = 3.14 \quad M = ?$$

$$T = \frac{t}{N} = \frac{59}{50} = 1.18 \text{ s}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times 3.14 \times 0.93}{1.18} = 4.95 \text{ m/s}$$

$$F_c = m \frac{v^2}{r} = 13 \times 10^{-3} \times \frac{(4.95)^2}{0.93} = 0.34 \text{ N}$$

$$M = \frac{F_c}{g} = \frac{0.34}{10} = 0.034 \text{ kg} = 34 \text{ g}$$

الزمن الدوري

سرعة حركة السدادة :

القوة المركزية :

كتلة الثقل :

∴ الاختيار الصحيح هو (1)

ماذا لو تم تغيير الثقل بأخر كتلته 68 g مع بقاء نصف قطر مسار السدادة ثابتاً، فما أقصى مقدار للسرعة الخطية التي يمكن أن تصل إليها السدادة ؟

اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

* كرة كتلتها 450 g مثبتة بنهاية حبل تدور في دائرة نصف قطرها 1.3 m على طاولة أفقية سطحها أملس، فإن أقصى سرعة يمكن أن تصل إليها الكرة إذا كانت أقصى قوة شد يتحملها الحبل 75 N تساوي

(ب) 0.47 m/s

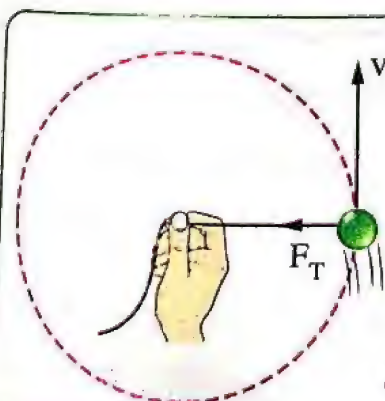
(أ) 0.22 m/s

(د) 216.6 m/s

(ج) 14.7 m/s

أنواع القوى الجاذبة المركزية Types of Centripetal Forces

تعتبر القوة الجاذبة المركزية عن أي قوة تؤثر عمودياً على مسار حركة الجسم وتجعله يتحرك في مسار دائري بسرعة ثابتة، وفيما يلي سوف نتعرف على أمثلة لها :



- عند إدارة جسم باستخدام حبل أو سلك تنشأ في الحبل أو السلك قوة شد عمودية على اتجاه حركة الجسم تجعله يتحرك في مسار دائري بسرعة ثابتة.

قوة الشد
(F_T)

أي أن : قوة الشد في الحبل (F_T) تعمل كقوة جاذبة مركزية.

- توجد بين أى كوكب والشمس قوة تجاذب عمودية على اتجاه حركة الكوكب تجعله يتحرك فى مسار دائرى حول الشمس.

أى أنه: قوة التجاذب المادى (F_G) فى هذه الحالة تعمل كقوة جاذبة مركزية.

قوة التجاذب المادى (F_G)



- عندما تدير إطارات السيارة للانحراف فى مسار منحنى يسارًا مثلًا فإن السيارة تميل إلى الاستمرار فى الحركة فى خط مستقيم بفعل القصور الذاتى (تجاه يمين المنحنى) فتعمل قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق عمودياً على مستوى الإطار نحو مركز المسار المنحنى.

قوة الاحتكاك (F_f)

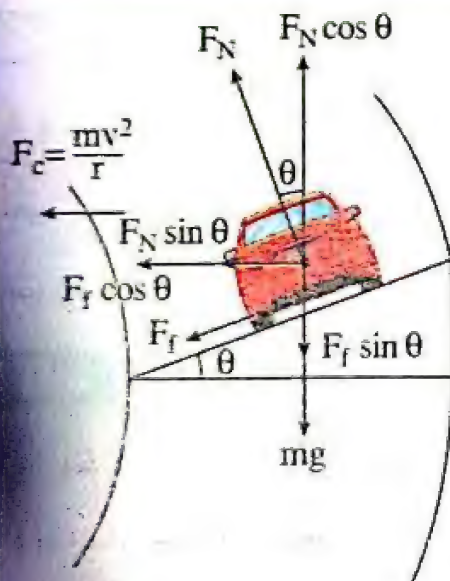
أى أنه: قوة الاحتكاك (F_f) بين إطارات السيارة والطريق تعمل كقوة جاذبة مركزية.



- عندما تتحرك سيارة فى مسار دائرى يميل على الأفقى بزاوية θ فإنها تتأثر بأكثر من قوة، منها:

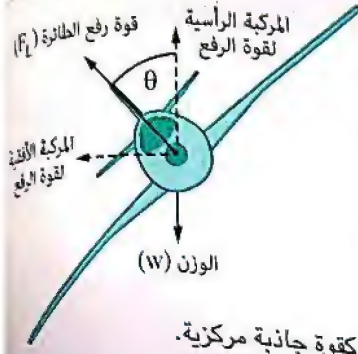
- قوة رد الفعل (F_N) والتي تؤثر عمودياً على السيارة وتحليل متجه قوة رد الفعل فإن المركبة الأفقية لرد الفعل تكون عمودية على اتجاه الحركة وفى اتجاه المركز.
- قوة الاحتكاك (F_f) وتحليل متجه قوة الاحتكاك فإن المركبة الأفقية لقوة الاحتكاك تكون عمودية أيضاً على اتجاه الحركة.

مجموع المركبتين الأفقيتين لكل من قوة رد الفعل وقوة الاحتكاك باتجاه مركز الدوران



أى أنه: القوة الجاذبة المركزية التى تجعل السيارة تتحرك فى مسار منحنى = مجموع المركبة الأفقية لقوة رد الفعل ($F_N \sin \theta$) والمركبة الأفقية لقوة الاحتكاك ($F_f \cos \theta$) باتجاه مركز الدوران.

الشاطل 1



- تؤثر قوة رفع الهواء على الطائرة عمودياً على جسم الطائرة.
- عندما تميل الطائرة فإن المركبة الأفقية لقوة الرفع تكون عمودية على اتجاه الحركة وفي اتجاه مركز مسار دائري فتتحرك الطائرة في هذا المسار الدائري.
- أي أن: المركبة الأفقية لقوة رفع الطائرة تعمل كقوة جاذبة مركزية.

**المركبة
الأفقية لقوة
الرفع**

بيان الحركة في دائرة

تجربة عملية

الفرض من التجربة

- وصف حركة جسم يتحرك في مسار دائري.
- إدراك مفهوم القوة الجاذبة المركزية.

فكرة التجربة

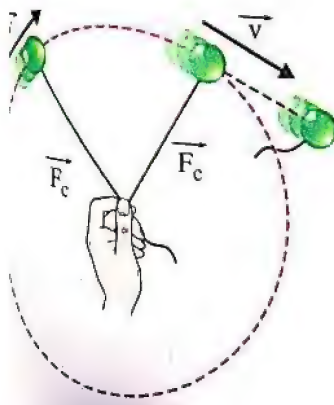
- القوة الجاذبة المركزية تلزم لدوران جسم في مسار دائري.

الأدوات

- كرة تنس.
- خيط (طوله حوالي 120 cm).
- قلم رصاص.

الخطوات

- (١) اربط كرة التنس بأحد طرفي الخيط.
- (٢) امسك الخيط بإحكام عند نقطة تبعد عن الكرة مسافة مناسبة (r) بحيث يمثل طول الخيط بين موضع يدك والكرة نصف قطر المسار الدائري للكرة.
- (٣) أدر الكرة بسرعة مناسبة بحيث تتحرك على محيط دائرة أفقية.



(٤) كرر الخطوة السابقة باستخدام أطوال مختلفة من الخيط وسجل وصف الحركة فى الجدول التالى :

طول الخيط	وصف الحركة
25 cm
50 cm
75 cm
100 cm

(٥) اترك الخيط فجأة من يدك وسجل الاتجاه الذى تتحرك فيه الكرة.

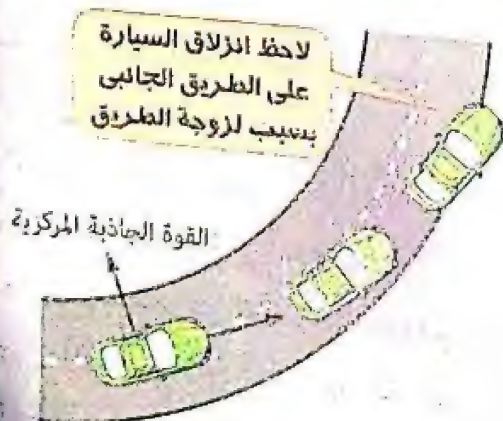
الاستنتاج

- لكى تتحرك الكرة فى مسار دائرى لابد من جذب الخيط للداخل لتستمر الكرة فى الدوران فى مسارها (وجود قوة شد تعمل كقوة جاذبة مركزية).
- عند ترك الخيط (غياب القوة الجاذبة المركزية) تنطلق الكرة بسبب القصور الذاتى فى خط مستقيم على امتداد مماس المسار الدائرى الذى كانت تسلكه لحظة الإفلات وذلك بسرعة ثابتة فى المقدار والاتجاه يطلق عليها السرعة المماسية.

أهم التطبيقات على الحركة الدائرية

(١) تصميم منحنيات الطرق :

- يلزم حساب القوة الجاذبة المركزية عند تصميم منحنيات الطرق والسكك الحديدية لكى تتحرك السيارات والقطارات فى مسار منحنى دون أن تنزلق.
- إذا تحركت سيارة على طريق منحنى لزج فإن قوى الاحتكاك قد تكون غير كافية لدوران السيارة فى المسار المنحنى فتنزلق السيارة وتزحف الإطارات على الطريق الجانبى ولا تستمر فى المسار المنحنى.





- يمنع حركة سيارات النقل الثقيل على بعض المنحنيات الخطيرة **لأنه** كلما زادت كتلة السيارة احتاجت لقوة جانبية مركزية أكبر للحركة على المسار الدائري دون أن تتزلق حيث $(F_c \propto m)$.



- يحدد مهندس الطرق سرعة معينة للحركة عند المنحنيات لا ينبغي تجاوزها **لأنه** كلما ازدادت سرعة السيارة احتاجت لقوة جانبية مركزية أكبر للحركة على المسار المنحني دون أن تتزلق خارج المسار حيث $(F_c \propto v^2)$.



- ينبغي السير بسرعة صغيرة على المنحنيات الخطرة لتجنب خطورتها **لأنه** كلما قل نصف قطر المنحنى احتاجت السيارة لقوة جانبية مركزية أكبر لتعويضه دون أن تتزلق حيث $(F_c \propto \frac{1}{r})$.

(٢) عند تحريك دلو مملوء إلى منتصفه بالماء حركة دائرية رأسية بسرعة كافية فإن الماء لا يسكب من الدلو لأن القصور الذاتي يعمل على حركة الماء في اتجاه معاكس للمسار الدائري. فيمنع جدار الدلو الماء من الانسكاب فتتغير المياه في المسار الدائري وتبقى داخل الدلو. وهذا يحتاج إلى حد أقصى من السرعة للتعويض أعلى نقطة في مساره الدائري.



(٣) يستفاد من ظاهرة حركة الأجسام بعيداً عن المسار الدائري عندما تكون القوة الجاذبة المركزية غير كافية للحركة في المسار الدائري في :

- ماكينة صنع غزل البنات.
- لعبة اليراميل النواورة في الملاهي.
- تجفيف الملابس في الغسالات الأوتوماتيكية حيث نجد أن جزيئات الماء ملتصقة بالملابس بقوة معينة وعند دوران المجفف بسرعة كبيرة تكون القوة غير كافية لإبقاء الجزيئات في مدارها فتسقط باتجاه معاكس محيطة دائرة الدوران وتتفصل عن الملابس.

* عند استعمال حجر المسن الكهربائي تنطلق شظايا المعدن المتوهجة باتجاهات مستقيمة هي اتجاهات السرعات المماسية لدوران الحجر.



6 اختبار نفسك

مصاب عليها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة .

١ * إذا بدأت سيارة الحركة في مسار منحنى زلق فإنها قد تخرج عن هذا المسار ويرجع ذلك إلى

- أ) نقص قوة الاحتكاك
- ب) نقص السرعة
- ج) نقص الكتلة
- د) زيادة نصف قطر المسار الدائري

٢ سيارة تسير على طريق منحنى نصف قطره (r) يميل مستواه على المستوى الأفقي بزاوية (θ) ، فإنه بزيادة مقدار الزاوية (θ) يزداد مقدار

- أ) المركبة الرأسية لوزن السيارة
- ب) المركبة الأفقية لقوة الاحتكاك
- ج) المركبة الأفقية لقوة رد الفعل
- د) المركبة الرأسية لقوة رد الفعل



أسئلة الاختيار من متعدد

أولاً

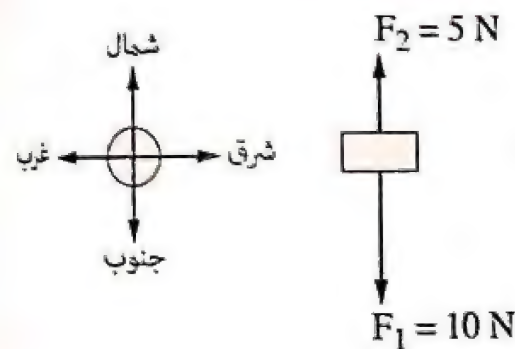
العجلة المركزية

١ جسم يتحرك بسرعة منتظمة في اتجاه ما، فإذا أثرت قوة على هذا الجسم في عكس اتجاه حركته ماذا يحدث لكل من مقدار واتجاه سرعة الجسم ؟

اتجاه السرعة	مقدار السرعة	
لا يتغير	يقل	أ
لا يتغير	يزداد	ب
يتغير	يظل ثابتاً	ج
لا يتغير	يظل ثابتاً	د

٢ يتحرك جسم في اتجاه الشرق بسرعة ثابتة، فإذا أثرت عليه قوتان رأسيتان F_1 ، F_2 كما بالشكل المقابل فإن سرعته

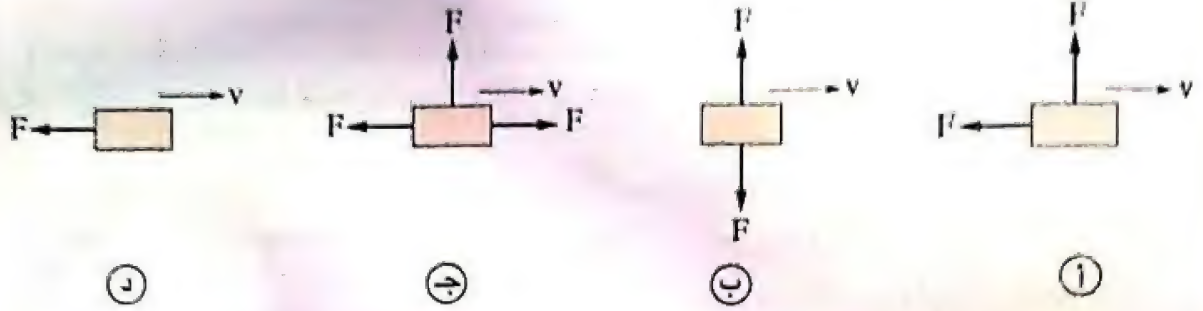
- أ) تتغير مقداراً فقط
- ب) تتغير اتجاهها فقط
- ج) تتغير مقداراً واتجاهاً
- د) تظل ثابتة



٣ عندما يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة يكون اتجاه القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم

- أ) في نفس اتجاه حركة الجسم
- ب) عمودي على اتجاه حركة الجسم
- ج) عكس اتجاه حركة الجسم
- د) مماس لمسار حركة الجسم

٥ جسم يتحرك بسرعة منتظمة v في خط مستقيم، إذا أثرت عليه قوى ثابتة في عدة حالات كما بالأشكال التالية، في أي حالة يتحرك الجسم حركة دائرية منتظمة ؟



٦ الشكل المقابل يوضح راكب دراجة يتحرك على طريق، فلكي



يتحرك على الطريق المنحني دون أن يحد عنه يجب أن

١ يزيد من سرعة الدراجة لتتولد قوة عمودية على اتجاه حركته

٢ يزيد من سرعة الدراجة لتتولد قوة في نفس اتجاه حركته

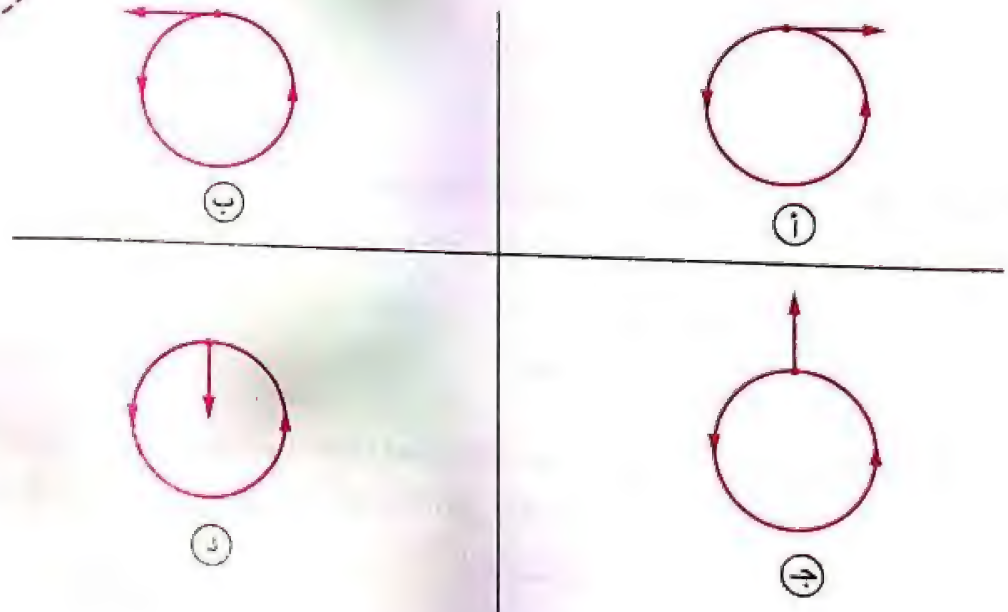
٣ يميل بدراجته نحو مركز المسار المنحني لتتولد قوة عمودية على اتجاه حركته

٤ يميل بدراجته نحو مركز المسار المنحني لتتولد قوة في نفس اتجاه حركته

٦ الشكل المقابل يمثل حركة الأرض في مسار

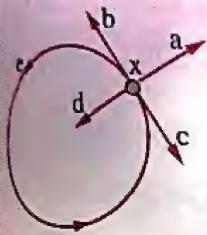
دائري حول الشمس، أي الأشكال التالية يمثل

اتجاه العجلة المركزية ؟



عند تحرك جسم حركة دائرية منتظمة، أى الاختيارات الآتية صحيحة بالنسبة لكل من العجلة الخطية والعجلة المركزية ؟

العجلة الخطية	العجلة المركزية
لها قيمة	لها قيمة
صفر	صفر
صفر	لها قيمة
لها قيمة	صفر



أمسك طفل بخيط فى نهايته حجر وحركه ليدور فى مستوى أفقى كما هو موضح باتجاه السهم e على الشكل، فإذا ترك الطفل الخيط فجأة والحجر عند الموضع x فإن الحجر لحظة إفلاته يتحرك فى الاتجاه

(ب) $\vec{x a}$
(د) $\vec{x c}$

(i) $\vec{x d}$
(ج) $\vec{x b}$

تتحرك سيارة بسرعة خطية ثابتة مقدارها 20 m.s^{-1} فى منحنى نصف قطره 100 m فتكون العجلة المركزية

(ب) 5 m.s^{-2}
(د) 4 m.s^{-2}

(i) 0.25 m.s^{-2}
(ج) 2 m.s^{-2}

إذا كانت السرعة المماسية التى يتحرك بها جسم فى مسار دائرى أفقى هى 7 m/s وقد أتم 4 دورات فى دقيقتين فإن نصف قطر المسار يساوى

(ب) 25.2 m
(د) 30.6 m

(i) 66.8 m
(ج) 33.4 m

جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة، إذا زادت السرعة المماسية له إلى الضعف وزاد نصف قطر المسار الدائرى إلى الضعف فإن ذلك يعنى أن العجلة المركزية التى يتحرك بها الجسم

(ب) تزداد إلى الضعف
(د) تظل كما هى

(i) تقل إلى النصف
(ج) تزداد إلى أربعة أمثال

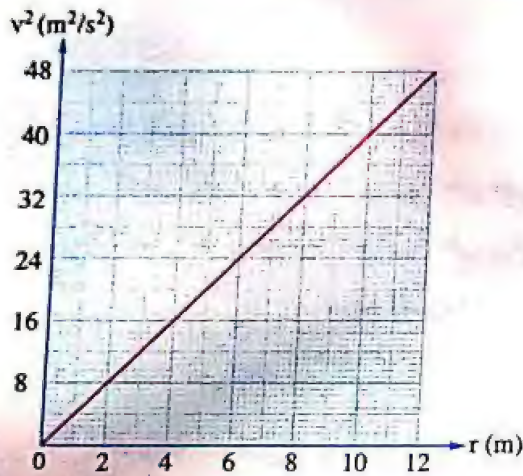
جسمان A ، B يتحركان على محيط دائرة أفقية واحدة بنفس السرعة وكتلة A ضعف كتلة B ، فتكون العجلة المركزية التى يتحرك بها A

(ب) ضعف
(د) ربع

(i) تساوى
(ج) نصف

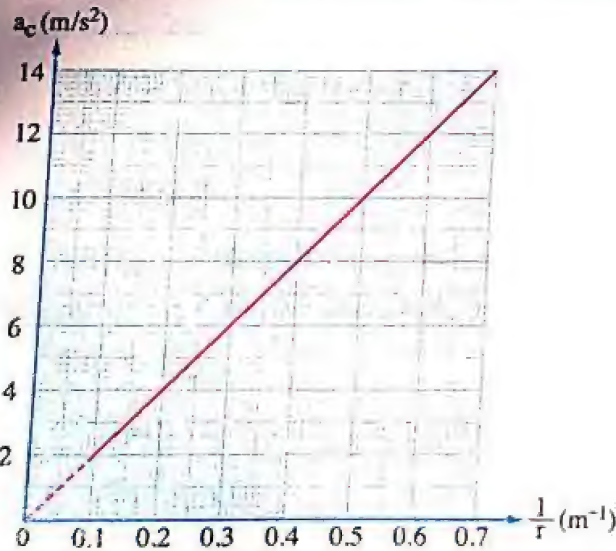
١٣ * إذا كانت العجلة المركزية لجسم يدور في مسار دائري أفقى 10 m/s^2 وزادت السرعة المماسية لهذا الجسم للضعف وقل نصف قطر مساره الدائري إلى النصف تصبح العجلة المركزية للجسم

- ١) 5 m/s^2 ٢) 20 m/s^2
٣) 40 m/s^2 ٤) 80 m/s^2



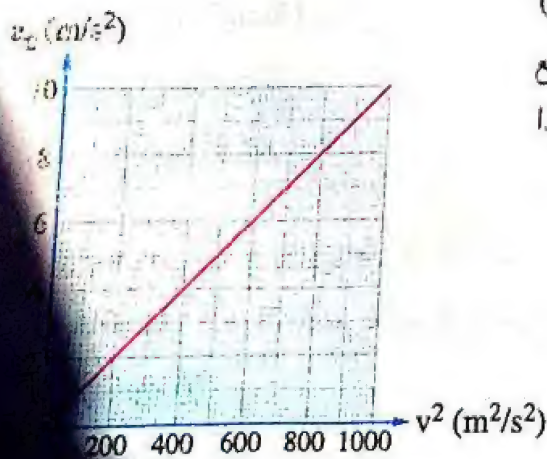
١٤ الشكل المقابل يوضح العلاقة البيانية بين مربع السرعة المماسية (v^2) لجسم يتحرك في مسار دائري أفقى منتظم ونصف قطر المسار (r)، فتكون العجلة المركزية التى يتحرك بها الجسم هى

- ١) 2 m/s^2 ٢) 4 m/s^2
٣) 6 m/s^2 ٤) 8 m/s^2



١٥ * الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين العجلة المركزية (a_c) التى يتحرك بها جسم فى مسار دائري ومقلوب نصف قطر هذا المسار ($\frac{1}{r}$)، فإن السرعة المماسية التى يتحرك بها الجسم تساوى

- ١) 4.47 m/s ٢) 5.58 m/s
٣) 3.13 m/s ٤) 9.8 m/s



١٦ * الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين العجلة المركزية (a_c) التى يجب أن يتحرك بها جسم فى مسار دائري أفقى ومربع السرعة الخطية (v^2) التى يتحرك بها، فإن نصف قطر هذا المسار الدائري يساوى

- ١) 100 m ٢) 175 m
٣) 200 m ٤) 250 m

١٧ * في أحد ألعاب الملاهي تدور الكراسي في مسار دائري أفقي منتظم، فإذا كان أحد الكراسي على بُعد 1.5 m من المركز وآخر على بُعد 2 m من المركز وكان كلاهما على استقامة واحدة من المركز، فإنهما يتحركان

- بسرعة مماسية أكبر ؟
 (أ) الكرسي الذي يبعد 1.5 m من المركز
 (ب) الكرسي الذي يبعد 2 m من المركز
 (ج) كلاهما له نفس السرعة
 (د) يجب معرفة الزمن الدوري لتحديد الإجابة

القوة الجاذبة المركزية

١٨ عندما يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة، فإن العبارة غير الصحيحة فيما يلي هي

- (أ) تعمل القوة الجاذبة المركزية على تغيير اتجاه الحركة
 (ب) تعمل القوة الجاذبة المركزية على زيادة السرعة المماسية للجسم
 (ج) $\text{عجلة الحركة} = \frac{\text{مربع السرعة المماسية}}{\text{نصف قطر المسار الدائري}}$
 (د) $\text{السرعة المماسية} = \sqrt{\text{العجلة المركزية} \times \text{نصف قطر المسار الدائري}}$

١٩ جسم كتلته 6 kg يتحرك حول مركز دائرة محيطها 6π m بسرعة منتظمة 10 m/s، فتكون القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم هي

- (أ) 50 N
 (ب) 180 N
 (ج) 200 N
 (د) 400 N

٢٠ * جسم كتلته 5 kg يتحرك على محيط دائرة أفقية نصف قطرها 2 m بسرعة خطية ثابتة مقدارها 5 m/s، فإن :

- (١) العجلة المركزية التي يتحرك بها الجسم تساوي
- (أ) 10 m/s^2
 (ب) 2.5 m/s^2
 (ج) 12.5 m/s^2
 (د) 50 m/s^2

(٢) القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم تساوي

- (أ) 12.5 N
 (ب) 60.6 N
 (ج) 62.5 N
 (د) 80.5 N

٢١ * سيارة سباق كتلتها 905 kg تتحرك في مسار دائري أفقي نصف قطره 517 m، إذا كانت القوة التي تحافظ على الحركة الدائرية للسيارة تساوي 2140 N فإن السرعة المماسية للسيارة تساوي تقريباً

- (أ) 20 m/s
 (ب) 35 m/s
 (ج) 40 m/s
 (د) 50 m/s

٢٢ حجر كتلته 4 kg مربوط بطرف خيط طوله 10 m ومثبت من الطرف الآخر ويدور في دائرة أفقية، فإذا كانت قوة الشد في الخيط 160 N تكون سرعة الحجر هي

- (أ) 10 m/s
(ب) 20 m/s
(ج) 100 m/s
(د) 400 m/s

٢٣ شخص كتلته 50 kg يركب دراجة ويتحرك بها في طريق منحنى نصف قطره 30 m بسرعة 2 m/s. فإذا كانت قوة الجذب المركزية المؤثرة على الدراجة والشخص معاً 10 N فإن كتلة الدراجة تساوى

- (أ) 100 kg
(ب) 75 kg
(ج) 50 kg
(د) 25 kg

٢٤ * راكب دراجة يتحرك في مسار دائرى أفقى نصف قطره 40 m بسرعة مماسية مقدارها 13.2 m/s، إذا كانت القوة المركزية التى تحافظ على الدراجة فى مسارها الدائرى تساوى 377 N فإن كتلة الدراجة والراكب معاً تساوى

- (أ) 100.1 kg
(ب) 90.3 kg
(ج) 86.5 kg
(د) 70.6 kg

٢٥ * رُبط جسم كتلته 2 kg فى طرف خيط ليدور فى مسار دائرى أفقى نصف قطره 1.5 m بحيث يصنع 3 دورات فى الثانية، فإن :
(علماً بأن : $\pi = 3.14$)

(١) السرعة الخطية (المماسية) تساوى

- (أ) 3.14 m/s
(ب) 21 m/s
(ج) 25 m/s
(د) 28.26 m/s

(٢) العجلة المركزية تساوى

- (أ) 240 m/s²
(ب) 532.4 m/s²
(ج) 654.6 m/s²
(د) 721 m/s²

(٣) قوة شد الخيط للجسم تساوى

- (أ) 1064.8 N
(ب) 1568.7 N
(ج) 1000 N
(د) 856 N

جسم وزنه 100 N يتحرك بسرعة 10 m/s في مسار دائري أفقي نصف قطره 10 m، فإن $g = 10 \text{ m/s}^2$ (علمًا بأن $\pi = 3.14$)

- (١) العجلة المركزية تساوي
- أ 1 m/s^2
- ب 5 m/s^2
- ج 10 m/s^2
- د 20 m/s^2

- (٢) القوة الجاذبة المركزية تساوي
- أ 50 N
- ب 60 N
- ج 80 N
- د 100 N

- (٣) زمن دورتين كاملتين يساوي
- أ 6.3 s
- ب 10.8 s
- ج 11.7 s
- د 12.6 s

* لعبة أطفال على شكل طائرة مروحية كتلتها 100 g تتحرك في مسار دائري أفقي نصف قطره 1 m وتسور بمعدل 100 دورة خلال 20 s، فإن:

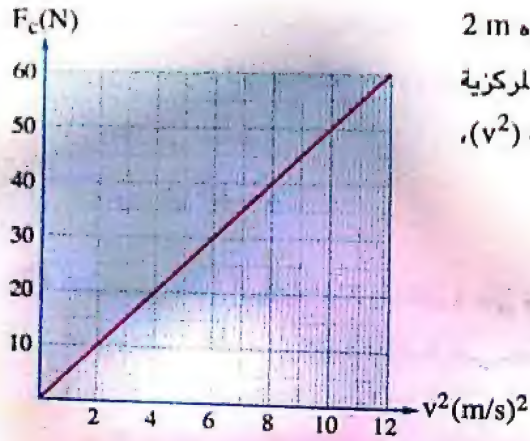
- (١) السرعة الخطية المماسية تساوي
- أ 10.2 m/s
- ب 31.4 m/s
- ج 35.8 m/s
- د 20.6 m/s

- (٢) العجلة المركزية تساوي
- أ 31.4 m/s^2
- ب 421.4 m/s^2
- ج 986 m/s^2
- د 1025 m/s^2

- (٣) القوة الجاذبة المركزية تساوي
- أ 24.2 N
- ب 55.3 N
- ج 70.4 N
- د 98.6 N

* إذا كانت القوة الجاذبة المركزية التي تحافظ على حركة سيارة في طريق دائري أفقي نصف قطره 500 m تساوي 0.08 من وزن السيارة، فإن أقصى سرعة تستطيع السيارة التحرك بها على هذا الطريق تساوي

- أ 10 m/s
- ب 20 m/s
- ج 40 m/s
- د 400 m/s



* جسم كتلته m يتحرك في مسار دائري نصف قطره 2 m والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين القوة الجاذبة المركزية (F_c) المؤثرة على هذا الجسم ومربع سرعته المماسية (v^2)، فإن كتلة الجسم تساوى

٢٩ (أ) 2.5 kg

(ب) 5 kg

(ج) 10 kg

(د) 720 kg



٣٠ الشكل المقابل يمثل شخص يقوم بإدارة دلو به ماء في مستوى رأسى، فإن الماء لا ينسكب من الدلو عندما يمر الدلو بالنقطة X وذلك بسبب

(أ) نقص وزن الماء

(ب) أن السرعة المماسية للماء كافية لذلك

(ج) انعدام محصلة القوى المؤثرة على الماء

(د) أن اتجاه محصلة القوى المؤثرة على الماء إلى أعلى

٣١ حجر كتلته 600 g مربوط فى خيط طوله 10 cm ويدور بسرعة 3 m/s فى مستوى أفقى : (١) فإن القوة الجاذبة المركزية تساوى

(أ) 32 N

(ب) 540 N

(أ) 18 N

(ج) 54 N

(٢) ما الذى تتوقع حدوثه إذا كانت أقصى قوة شد يتحملها الخيط 30 N ؟

(أ) يرتخى الخيط وتقل القوة الجاذبة المركزية حتى تصبح 30 N

(ب) لا ينقطع الخيط ويستمر الحجر فى حركته فى مساره الدائرى ولكن بسرعة أقل

(ج) ينقطع الخيط ويتحرك الحجر لحظة انقطاع الخيط تجاه مركز المسار الدائرى

(د) ينقطع الخيط ويتحرك الحجر لحظة انقطاع الخيط مماساً للمسار الدائرى



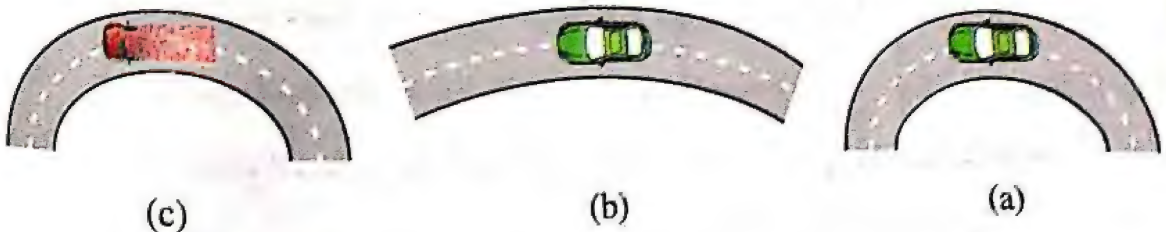
- ٢٢ إذا ازداد نصف قطر مدار جسم يسير بسرعة v في مسار دائري أفقي إلى أربعة أمثاله، فإن القوة الجاذبة المركزية اللازمة لكي يتحرك الجسم بنفس السرعة (v) في مساره الدائري الجديد
- (أ) تقل إلى النصف
(ب) تبقى ثابتة
(ج) تزيد إلى الضعف
(د) تقل إلى الربع

- ٢٣ النسبة بين القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم يتحرك بسرعة مقدارها 5 m/s في دائرة أفقية قطرها 4 m والقوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم آخر له نفس كتلة الجسم الأول ويتحرك بسرعة مقدارها 10 m/s في دائرة أفقية قطرها 8 m هي
- (أ) $\frac{1}{2}$
(ب) $\frac{1}{3}$
(ج) $\frac{1}{4}$
(د) $\frac{2}{3}$



- ٢٤ كرتان متماثلتان (x, y) مربوطتان كل منهما بخيط ويتحركان في مستوى أفقي حركة دائرية منتظمة لها نفس الزمن الدوري، فإذا كان نصف قطر مسار الكرة x ضعف نصف قطر مسار الكرة y فإن النسبة بين قوتي الشد في خيطي الكرة $\left(\frac{T_x}{T_y}\right)$ تساوي
- (أ) $\frac{1}{2}$
(ب) $\frac{1}{4}$
(ج) $\frac{2}{1}$
(د) $\frac{4}{1}$

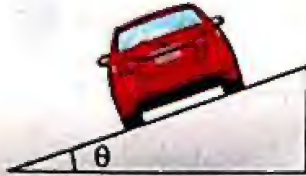
- ٢٥ الشكل التالي يوضح ثلاث سيارات a, b, c تتحرك في ثلاثة طرق أفقية منحنية بنفس مقدار السرعة، فإذا كانت كتلة كل من السيارتين a, b هي m وكتلة السيارة c هي $3m$ وقطر مسار السيارتين a, c متساوي ويساوي نصف قطر مسار السيارة b ، فإن الترتيب الصحيح لهذه السيارات من حيث إمكانية تعرضها لخطر الانزلاق هو



- (أ) $b < a < c$
(ب) $a < b < c$
(ج) $c < a < b$
(د) $c < b < a$

٢٦ ما السبب المحتمل لخروج سيارة عن مسارها إذا دخلت طريق منحنى أفقى ؟

- أ) زيادة قوة رد فعل الطريق على السيارة
- ب) نقص قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق
- ج) زيادة قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق
- د) نقص قوة الجاذبية الأرضية المؤثرة على السيارة



٢٧ سيارة تسير على طريق منحنى نصف قطره (r) يميل مستواه

على المستوى الأفقى بزاوية (θ)، أى الاختيارات الآتية يمثل اتجاه كل من قوة جذب الأرض للسيارة (وزن السيارة) ورد فعل الطريق على السيارة ؟

رد فعل الطريق



وزن السيارة

د

رد فعل الطريق



وزن السيارة

ج

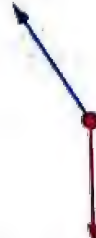
رد فعل الطريق



وزن السيارة

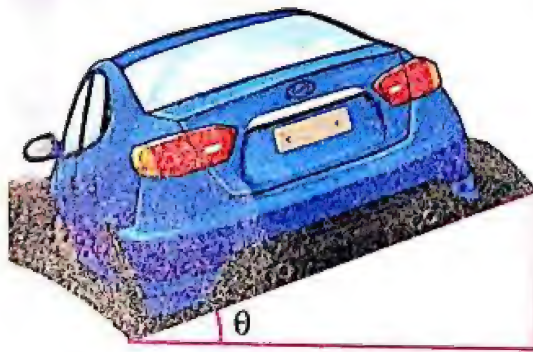
ب

رد فعل الطريق



وزن السيارة

أ



٢٨ تسير سيارة على طريق دائرى يميل مستواه

بزاوية على المستوى الأفقى كما بالشكل المقابل، فإن قوة الجذب المركزية المؤثرة على السيارة تنتج عن مجموع

- أ) المركبتين الرأسيتين لقوة الاحتكاك وقوة رد الفعل
- ب) المركبتين الأفقيتين لقوة الاحتكاك وقوة رد الفعل
- ج) المركبتين الرأسية لقوة الاحتكاك والأفقية لقوة رد الفعل
- د) المركبتين الأفقية لقوة الاحتكاك والرأسية لقوة رد الفعل

أسئلة المقال

ثانياً

- ١ عند تدوير حجر مثبت في نهاية خيط في مسار دائري أفقي، ما اتجاه القوة المحصلة المؤثرة عليه؟ وما تأثيرها؟ وما اتجاه الحركة إذا انقطع الخيط؟
- ٢ أى نقطة على سطح الأرض يكون لها أكبر سرعة خطية بالنسبة لمحور دوران الأرض، النقطة التي تقع عند خط الاستواء أم تلك التي تقع عند مداري الجدي أو السرطان؟ ولماذا؟
- ٣ فسر العبارات التالية :
 - (١) رغم أن الجسم الذي يتحرك حركة دائرية منتظمة يتأثر بعجلة إلا أن سرعته الخطية ثابتة المقدار.
 - (٢) استمرار دوران الأرض حول الشمس في نفس مدارها.
 - (٣) * عندما تتعطف السيارة عند منحنى أفقي تحافظ على سيرها في المنحنى ولا تحيد عنه.
 - * عدم انزلاق السيارة التي تتحرك في مسار منحنى أفقي.
 - (٤) عدم انزلاق السيارة التي تتحرك في طريق منحنى يميل مستواه بزاوية على المستوى الأفقي.
 - (٥) من الضروري تقدير القوة الجاذبة المركزية القصوى عند تصميم منحنيات الطرق.
- ٤ أكد مدرب تعليم قيادة السيارات على المتدربين أنه يجب تقليل سرعة السيارة قبل دخولها لمنحنى وذلك للحفاظ على سلامة السيارة وسلامة قائدها، من خلال دراستك لمفهوم الحركة في دائرة ما سبب ذلك؟
- ٥ بدأت سيارة الحركة في مسار منحنى زلق فلاحظ سائقها أن السيارة تنحرف عن المسار المنحني، فسر ذلك.
- ٦ ما النتائج المترتبة على صغر قطر المنحنيات في الطرق السريعة بالنسبة للسيارات التي تتحرك عليها؟

اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة ،

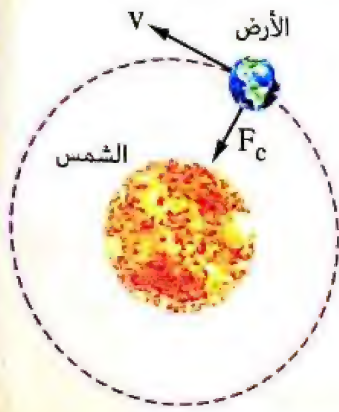


الشكل المقابل يوضح سيارة تتحرك بسرعة v في اتجاه الشرق، فإذا أثرت عليها قوة F ، فإن مقدار سرعتها

- يقل إذا كانت القوة F في اتجاه الشرق
- يزداد إذا كانت القوة F في اتجاه الشرق
- يزداد إذا كانت القوة F في اتجاه الغرب
- يقل إذا كانت القوة F في اتجاه الغرب
- يظل ثابتاً دائماً

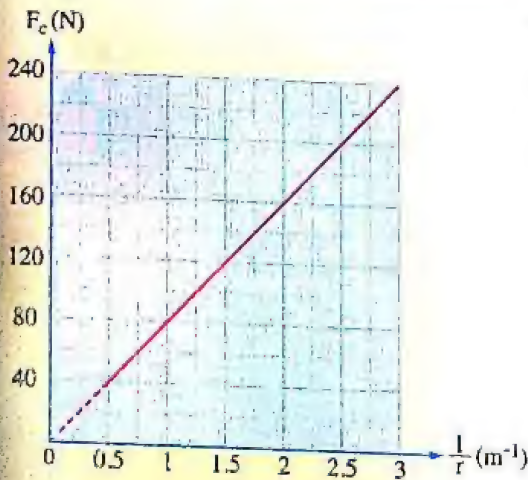
السرعة الخطية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة

- مقدارها ثابت
- مقدارها يزداد بمرور الزمن
- اتجاهها في عكس اتجاه الحركة
- اتجاهها مماس للمسار الدائري
- اتجاهها عمودي على المسار الدائري



الشكل المقابل يعبر عن حركة الأرض حول الشمس في مسار دائري، فيكون اتجاه العجلة المركزية

- في نفس اتجاه القوة (F_c)
- عمودي على اتجاه القوة (F_c)
- في نفس اتجاه السرعة المماسية (v) للأرض
- عكس اتجاه السرعة المماسية (v) للأرض
- عمودي على اتجاه السرعة المماسية (v) للأرض



جسم كتلته 5 kg يتحرك في مسار دائري أفقي منتظم بسرعة مماسية v والشكل المقابل يوضح العلاقة البيانية بين القوة الجاذبة المركزية (F_c) المؤثرة على الجسم ومقلوب نصف قطر المسار $(\frac{1}{r})$ ، فإن مقدار

- السرعة المماسية للجسم يساوي 2 m/s
- السرعة المماسية للجسم يساوي 4 m/s
- السرعة المماسية للجسم يساوي 16 m/s
- كمية تحرك الجسم يساوي 20 kg.m/s
- كمية تحرك الجسم يساوي 80 kg.m/s

عندما يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة على محيط دائرة نصف قطرها ٢ فإن

- (١) القوة المركزية تعمل على تغيير اتجاه السرعة
- (ب) الحركة تكون بسرعة ثابتة مقداراً
- (ج) مقدار سرعة الجسم = العجلة المركزية $\times ٢$
- (د) العجلة المركزية تكون في نفس اتجاه الحركة
- (هـ) اتجاه السرعة الخطية في اتجاه مركز المسار الدائري

اختر من القائمة ما يناسب الفراغات :

يقوم فتى بإدارة دلو به كمية من الماء في مستوى رأسى،
ما الكميّتان اللتان يكون بينهما زاوية تساوى الصفر في
جميع مواضع الدلو في المسار الدائري ؟

(١) الكمية الأولى

(ب) الكمية الثانية

القوة الجاذبة المركزية
السرعة المماسية
العجلة المركزية
وزن الماء
رد فعل الدلو على الماء

يتحرك جسم بسرعة v مقدارها ثابت في مسار دائري

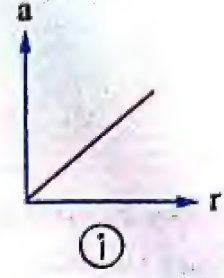
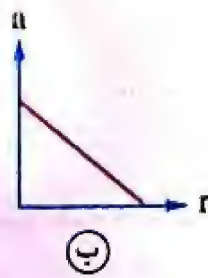
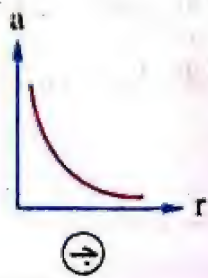
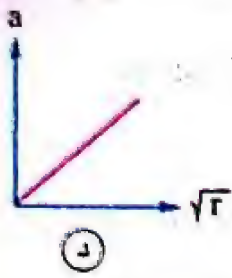
أفقى منتظم، فإذا كانت الزاوية بين اتجاه السرعة اللحظية
واتجاه العجلة المركزية للجسم هي θ_1 والزاوية بين اتجاه
القوة المركزية المؤثرة على الجسم واتجاه العجلة المركزية
هي θ_2 فإن :

(١) θ_1 تساوى

(ب) θ_2 تساوى

0°
45°
60°
90°
180°

١ الشكل البياني المعبّر عن العلاقة بين العجلة المركزية لجسم يتحرك في مسار دائري أفقي ونصف قطر المسار عند ثبوت السرعة الخطية هو



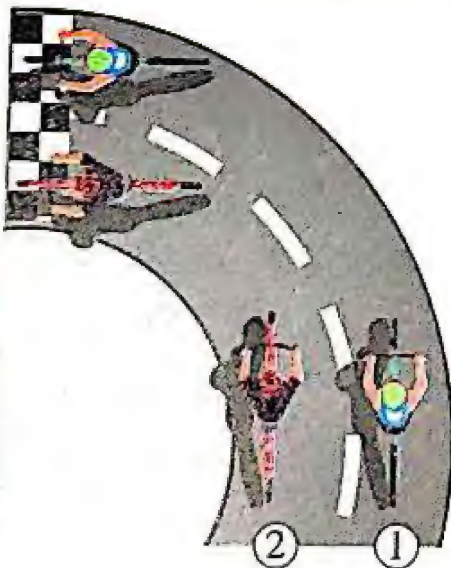
٢ إذا تحرك جسمان لهما نفس الكتلة في مدارين أفقيين A ، B بحيث كان نصف قطر المدار A ضعف نصف قطر المدار B وسرعة الجسم في المدار A ضعف سرعة الجسم في المدار B، فإن النسبة بين القوة المركزية المؤثرة على الجسم في المدار A والقوة المركزية المؤثرة على الجسم في المدار B تساوى

١ $\frac{1}{1}$

ب $\frac{2}{1}$

ج $\frac{1}{4}$

د $\frac{1}{8}$



٣ الشكل المقابل يوضح دراجتين ١ ، ٢ تتحركان بسرعتين ثابتتين المقدار في مضمار سباق دائري أفقي، فإذا وصلت الدراجتان لنهاية السباق في نفس اللحظة، فأيهما يملك سرعة مماسية أكبر ؟

١ الدراجة ١

ب الدراجة ٢

ج كلاهما له نفس السرعة

د يجب معرفة الزمن الدوري لتحديد الإجابة

٤ جسم كتلته 0.01 kg يتحرك في مسار دائري أفقي نصف قطره 150 cm ، فإذا كان الجسم يستغرق 3 s لعمل دورة كاملة، تكون القوة الجاذبة المركزية

أ 0.066 N في اتجاه مماس المسار الدائري

ب 6.585 N في اتجاه مماس المسار الدائري

ج 0.066 N في اتجاه مركز المسار الدائري

د 6.585 N في اتجاه مركز المسار الدائري

٥ يتحرك جسم في مسار دائري منتظم بسرعة مماسية ثابتة 2.2 m/s بحيث يتم 6 دورات خلال الدقيقة فإن نصف قطر المسار يساوي

أ 7 m

ب 3.5 m

ج 12 m

د 10.5 m

٦ يتحرك جسم كتلته 0.1 kg في مسار دائري أفقي منتظم بسرعة 2 m/s ، فإن مقدار التغير في كمية تحركه بعد نصف دورة يساوي

أ 0.2 kg.m/s

ب zero

ج 0.8 kg.m/s

د 0.4 kg.m/s

٧ ربط حجر في خيط طوله 0.4 m وأدير في مستوى أفقي فكان زمنه الدوري 0.2 s ، فإن عجلته المركزية تساوي m/s^2

أ $40 \pi^2$

ب $20 \pi^2$

ج $8 \pi^2$

د $2 \pi^2$

٨ غسالة لعصر الملابس عجلتها المركزية 4302 m/s^2 ونصف قطر دورانها 20 cm ، فإن هذا يعني أنها تدور 7000 دورة خلال

أ 3 min

ب 1 min

ج 7 min

د 5 min

٩ يتحرك جسمان متماثلان A ، B كل منهما في مسار دائري أفقي نصف قطره r_A ، r_B على الترتيب بنفس السرعة، فإذا كانت النسبة بين الزمن الدوري لهما $\left(\frac{T_A}{T_B}\right)$ هي $\frac{1}{2}$ ، فإن النسبة بين القوة الجاذبة المركزية لهما $\left(\frac{F_A}{F_B}\right)$ هي

١
ب

٢
ا

١
د

٢
ج

١٠ يدور جسم في مسار دائري أفقي منتظم نصف قطره 25 cm نتيجة تأثيره بقوة مركزية تساوي عددياً أربعة أضعاف كتلته فتكون سرعته المماسية بعد ربع دورة هي

1 m/s ب

0.5 m/s ا

2 m/s د

1.5 m/s ج

أجب عما يأتي (١١ : ١٧) :

١١ قد يتحرك الجسم بسرعة عددية ثابتة وتكون له عجلة، فسر ذلك.

١٢ جسم كتلته m يتحرك في مسار دائري منتظم نصف قطره r بحيث يتم دورة كاملة خلال زمن T،

أثبت أن القوة المركزية المؤثرة على الجسم تتعين من العلاقة : $F = \frac{4 \pi^2 m r}{T^2}$

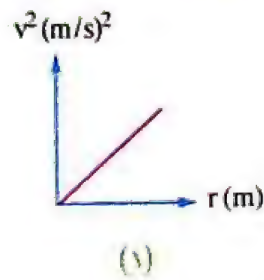
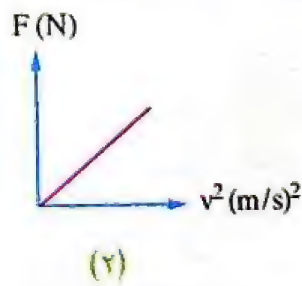
١٣ احسب السرعة المماسية لجسم يتحرك في مسار دائري أفقي منتظم، إذا كان حاصل ضرب مقدار

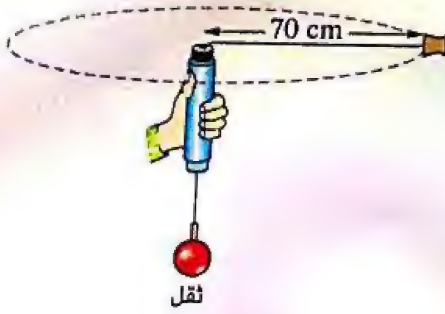
العجلة المركزية له في نصف قطر المسار هو $16 \text{ m}^2/\text{s}^2$

١٤ لاحظت وأنت تسير في إحدى الطرق لوحة تنوه بخطورة سير السيارات الثقيلة في المنحنيات القادمة بالطريق، فما تفسير ذلك في ضوء دراستك للحركة الدائرية ؟

١٥ ربط شخص كرة كتلتها 0.25 kg في أحد طرفي حبل ثم أداره في مستوى أفقى من الطرف الآخر بسرعة خطية 5 m/s ، فإذا كانت المسافة من مركز الكرة إلى مركز الدوران هي 1 m وكانت أقصى قوة شد يتحملها الحبل 12 N ، فهل ينقطع الحبل ؟ ولماذا ؟

١٦ اكتب العلاقة الرياضية وما يساويه ميل الخط المستقيم لكل مما يأتى :





١٧ في الشكل المقابل جسم كتلته 43.75 g يدور في مسار دائري أفقي نصف قطره 70 cm بحيث يصنع 25 دورة خلال زمن 40 s، احسب كتلة الثقل المعلق في الطرف الآخر للخيوط.

$$(g = 10 \text{ m/s}^2)$$

احرص على اقتناء

كتب الامتحان

في شرح جميع المواد

للف 1 الثانوي



الفصل

2

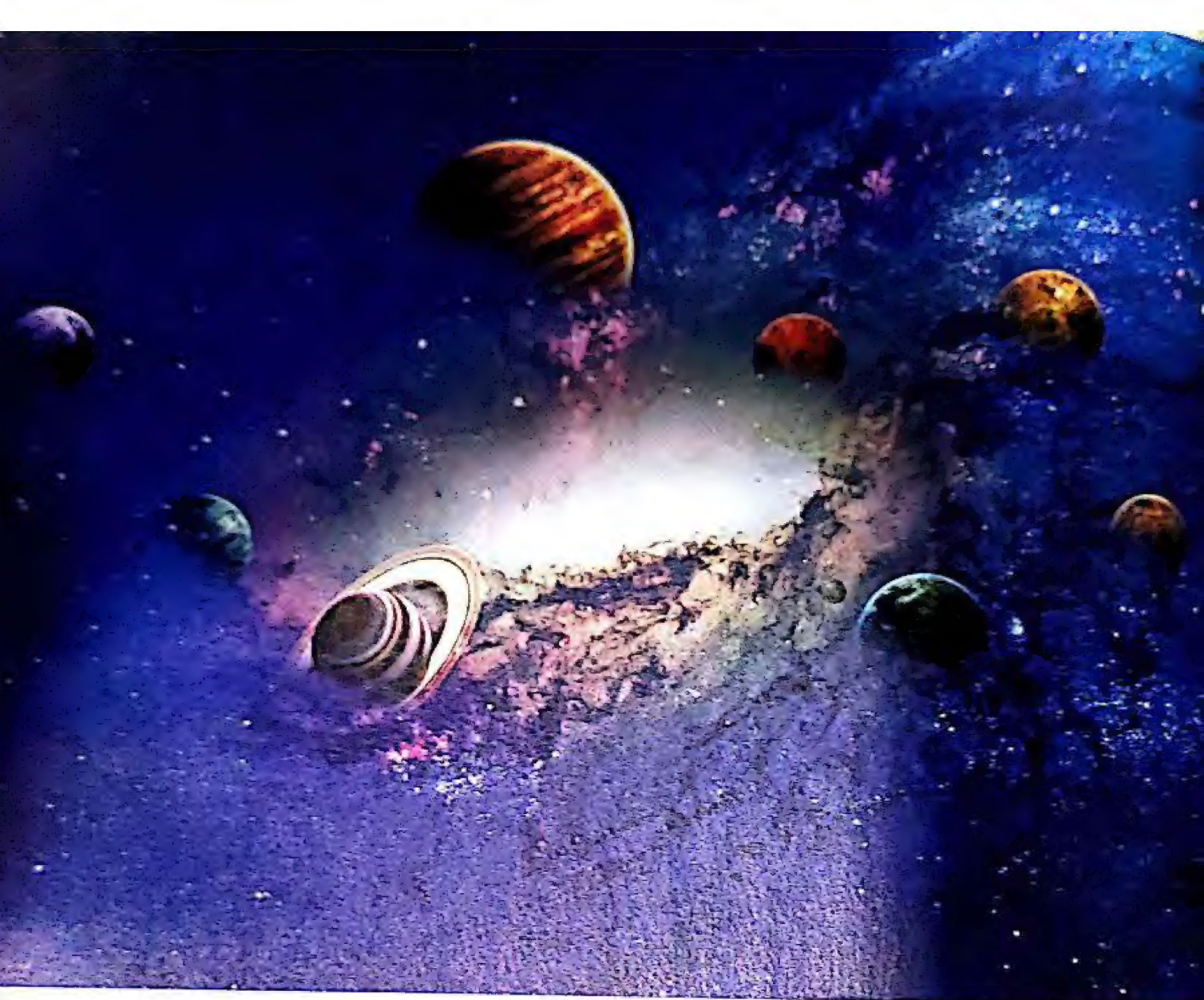
الاجاذبية الكونية والحركة الدائرية

اختبار

على
الفصل الثاني

نواتج التعلم المتوقعة

- بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرًا على :
 - يستنتج قانون الجذب العام.
 - يفسر دوران القمر حول الأرض في مسار ثابت تقريبًا.
 - يستنتج العوامل التي تحدد سرعة قمر صناعي في مداره حول الأرض.
 - يتعرف استخدمات الأقمار الصناعية.



في هذا الفصل سوف نتعرف :

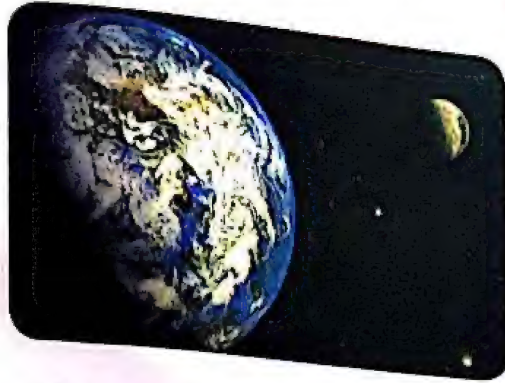
- ◀ السرعة المدارية للقمر الصناعي.
- ◀ أهمية الأقمار الصناعية.

- ◀ قانون الجذب العام.
- ◀ شدة مجال الجاذبية.

الامتحان فيزياء - ١ ث - نرم ٢ - ج ١ - (١٥ / ١)

قانون الجذب العام

* الكون في حالة حركة مستمرة، فمثلاً :



١ القمر يدور حول الأرض



٢ الكواكب تدور حول الشمس



٣ الشمس تدور حول مركز المجرة

كل هذه
الأجرام تتحرك
حركة دائرية
أو شبه دائرية

* توصل العالم نيوتن إلى بعض الافتراضات الأساسية منها :

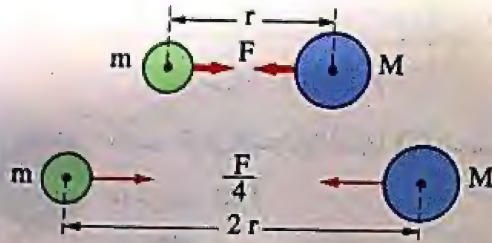
- وجود قوة تجاذب مادي متبادلة بين القمر والأرض
تسبب دوران القمر حول الأرض.



العالم نيوتن

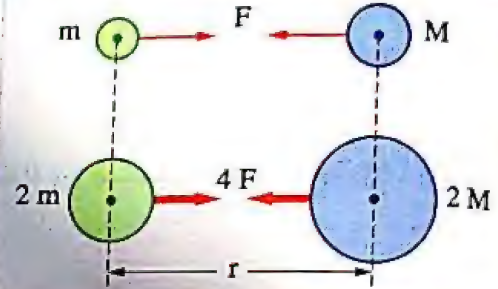
- تنشأ قوة التجاذب المادى بين أى جسمين ماديين وتتوقف على :

٢ البعد بين مركزي الجسمين



حيث تتناسب قوة التجاذب المادى بين جسمين عكسياً مع مربع البعد بين مركزي الجسمين عند ثبوت حاصل ضرب كتلتى الجسمين

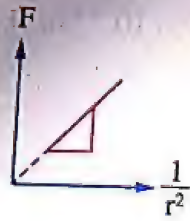
١ كتلة الجسمين



حيث تتناسب قوة التجاذب المادى بين جسمين طردياً مع حاصل ضرب كتلتى الجسمين عند ثبوت البعد بين مركزي الجسمين

أى أن

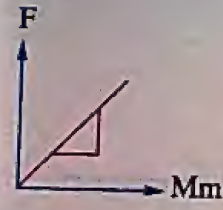
$$F \propto \frac{1}{r^2}$$



$$\text{slope} = \frac{\Delta F}{\Delta(\frac{1}{r^2})} = GMm$$

أى أن

$$F \propto Mm$$



$$\text{slope} = \frac{\Delta F}{\Delta(Mm)} = \frac{G}{r^2}$$

$$F \propto \frac{Mm}{r^2}$$



التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة كيفية حساب ميل الخط المستقيم بند (٧) صفحة (١٦).

الصيغة الرياضية لقانون الجذب العام

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

G

ثابت التناسب ويطلق عليه ثابت الجذب العام

r

البعد بين مركزي الجسمين

M

كتلة الجسم الأول

m

كتلة الجسم الثانى

وبناءً على ذلك وضع نيوتن قانون الجذب العام.

قانون الجذب العام لنيوتن
كل جسم مادي في الكون يجذب أي جسم آخر بقوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسياً مع مربع البعد بين مركزيهما.

ثابت كوني يساوي عددياً قوة الجذب المتبادلة بين جسمين كتلة كل منهما 1 kg والبعد بين مركزيهما 1 m

المفهوم

$$G = \frac{Fr^2}{mM}$$

العلاقة
الرياضية

$$N.m^2/kg^2 \text{ (أو) } m^3/kg.s^2$$

وحدة
القياس

ثابت
الجذب العام
(G)

$$M^{-1}L^3T^{-2}$$

صيغة
الأبعاد

$$6.67 \times 10^{-11} m^3/kg.s^2$$

القيمة
العددية

ملاحظات

(١) يُعرف قانون قوى التجاذب بين الأجسام المادية بقانون الجذب العام،

ويرجع ذلك إلى عمومية هذا القانون فقوة الجذب بين أي جسمين قوة متبادلة حيث إن كل جسم يجذب الجسم الآخر نحوه بنفس القوة.

(٢) تظهر قوة التجاذب بوضوح بين الأجرام السماوية بينما لا تكون واضحة بين الأجسام صغيرة الكتلة على سطح الأرض (مثل شخصين يقفان بجوار بعضهما أو عربتين متجاورتين)،

ويرجع ذلك إلى صغر قيمة ثابت الجذب العام فلا تكون قوة الجاذبية بين الأجسام مؤثرة وكبيرة إلا عندما تكون كتلة أحد الجسمين أو كليهما كبيرة جداً.

مثال ١

إذا علمت أن كتلة الشمس $2 \times 10^{30} \text{ kg}$ وكتلة المشتري $1.89 \times 10^{27} \text{ kg}$ والبعد بين مركزي الشمس والمشتري $7.73 \times 10^{11} \text{ m}$ وثابت الجذب العام يساوي $6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ ، فإن قوة التجاذب المتبادلة بين الشمس والمشتري تساوي

١ $3.26 \times 10^{57} \text{ N}$

٢ $4.22 \times 10^{45} \text{ N}$

٣ $3.26 \times 10^{35} \text{ N}$

الحل

$M = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$ $m = 1.89 \times 10^{27} \text{ kg}$ $r = 7.73 \times 10^{11} \text{ m}$

$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ $F = ?$

$$F = G \frac{mM}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{1.89 \times 10^{27} \times 2 \times 10^{30}}{(7.73 \times 10^{11})^2} = 4.22 \times 10^{23} \text{ N}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ٢

المطلوب هو السرعة الخطية التي يدور بها المشتري حول الشمس، ما إجابتك ؟

ماذا
لو

مثال ٢

مقدار القوة التي تجذب بها الأرض جسمًا كتلته 1 kg موضوع على سطحها يساوي

(علمًا بأن : كتلة الأرض $= 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$ ، نصف قطر الأرض $= 6378 \text{ km}$ ،

ثابت الجذب العام $= 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

١ 19.6 N

٢ 9.8 N

٣ 4.9 N

٤ 2.45 N

الحل

$m = 1 \text{ kg}$ $M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$ $R = 6378 \times 10^3 \text{ m}$ $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ $F = ?$

$$F = G \frac{mM}{R^2} = G \frac{mM}{R^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 1 \times 5.98 \times 10^{24}}{(6378 \times 10^3)^2} = 9.8 \text{ N}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ٢

كان الجسم موضوع على سطح القمر، فكم تكون قوة جذب القمر للجسم علمًا بأن كتلة القمر $\frac{1}{81}$ من كتلة الأرض وقطر القمر $\frac{1}{4}$ قطر الأرض ؟

ماذا
لو

التمرين 2

قمر صناعي كتلته 2000 kg يدور حول الأرض على ارتفاع من سطح الأرض يعادل نصف قطر الأرض. فإن مقدار قوة التجاذب بين الأرض والقمر يساوي

(علماً بأن : نصف قطر الأرض $= 6380 \text{ km}$, كتلة الأرض $= 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$, ثابت الجذب العام $= 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$).

19.6 $\times 10^3 \text{ N}$ Ⓐ

4.9 $\times 10^3 \text{ N}$ Ⓐ

12.5 $\times 10^{10} \text{ N}$ Ⓒ

6.25 $\times 10^{10} \text{ N}$ Ⓒ

المعطيات

$m = 2000 \text{ kg}$

$R = 6380 \text{ km}$

$M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$

$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$

$F = ?$

المطلوب



القمر الصناعي يدور حول الأرض على ارتفاع يعادل نصف قطر الأرض (R).
 $\therefore r = 2R$

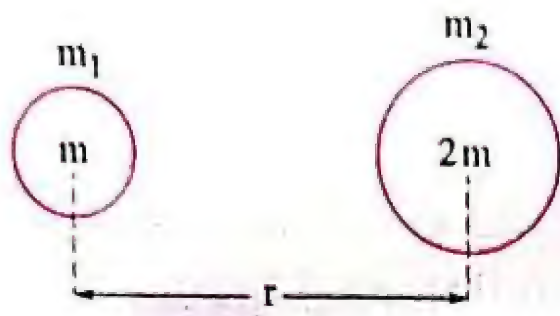
$$F = \frac{GmM}{r^2}$$

$$= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 2000 \times 5.98 \times 10^{24}}{(2 \times 6380 \times 10^3)^2}$$

$$= 4.9 \times 10^3 \text{ N}$$

\therefore الاختيار الصحيح هو Ⓐ

ماذا لو وُضع القمر الصناعي في مدار على ارتفاع h من سطح الأرض فأنصبت قوة جذب الأرض له $\frac{1}{4}$ مقدارها السابق، فما نسبة الارتفاع h بالنسبة لنصف قطر الأرض ؟



في الشكل المقابل إذا كانت قوة التجاذب بين الكتلتين $(m, 2m)$ هي F وأضيفت كتلة m إلى كل من الكتلتين فإن قوة التجاذب بينهما تصبح

- أ F
 ب $2F$
 ج $3F$
 د $6F$

الحل

$m_1 = m$ $m_2 = 2m$ $F_1 = F$ $F_2 = ?$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

* قبل إضافة الكتلة (m) :

$$F_1 = F = G \frac{m \times 2m}{r^2} \quad (1)$$

* بعد إضافة الكتلة (m) :

$$F_2 = G \frac{2m \times 3m}{r^2} \quad (2)$$

بقسمة المعادلتين (2) ، (1) :

$$\frac{F}{F_2} = \frac{2m^2}{6m^2} = \frac{1}{3}$$

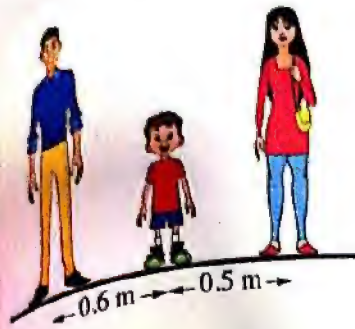
$$F_2 = 3F$$

∴ الاختيار الصحيح هو ج

زادت الكميات m_1 ، m_2 ، r إلى الضعف، ماذا يحدث لقوة التجاذب المتبادلة بين الكتلتين ؟

ماذا لو

مسألة ٥



في الشكل المقابل طفل برفقة والديه، فإذا كانت كتلة الطفل ووالدته ووالده هي 30 kg ، 65 kg ، 80 kg على الترتيب :

(١) فإن مقدار واتجاه محصلة قوى التجاذب المادي المؤثرة على الطفل والناشئة عن أبويه هما

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

اتجاهها	مقدارها	
تجاه والده	$8 \times 10^{-8} \text{ N}$	①
تجاه والدته	$8 \times 10^{-8} \text{ N}$	②
تجاه والده	$9.6 \times 10^{-7} \text{ N}$	③
تجاه والدته	$9.6 \times 10^{-7} \text{ N}$	④

(٢) وضع تأثير القوتين المحسوبتين في (١) على مسار حركة الطفل.

الحل

$$m_1 = 30 \text{ kg} \quad m_2 = 65 \text{ kg} \quad m_3 = 80 \text{ kg} \quad r_{12} = 0.5 \text{ m} \quad r_{13} = 0.6 \text{ m}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2 \quad \Sigma F = ?$$

(١) * قوة التجاذب المادي بين الطفل ووالدته :

$$F_{12} = \frac{G m_1 m_2}{r_{12}^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 30 \times 65}{(0.5)^2} = 5.2 \times 10^{-7} \text{ N}$$

* قوة التجاذب المادي بين الطفل ووالده :

$$F_{13} = \frac{G m_1 m_3}{r_{13}^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 30 \times 80}{(0.6)^2} = 4.4 \times 10^{-7} \text{ N}$$

$$\Sigma F = F_{12} - F_{13} = (5.2 \times 10^{-7}) - (4.4 \times 10^{-7}) = 8 \times 10^{-8} \text{ N}$$

∴ محصلة قوى التجاذب المادي المؤثرة على الطفل $8 \times 10^{-8} \text{ N}$ وفي اتجاه والدته.
∴ الاختيار الصحيح هو ③

(٢) محصلة قوى التجاذب بين الطفل وكل من والده ووالدته صغيرة جدًا وإذًا لا نلاحظها أو نشعر بها وبالتالي لا تؤثر على مسار حركة الطفل.

ماذا لو

تبادل الطفل ووالدته موضعيهما، ماذا يحدث لمحصلة قوى التجاذب المادية المؤثرة على الطفل ؟

علماء افاضوا البشرية



أبو الريحان البيروني

* للعلماء العرب دور عظيم في تطوير علم الفلك والاستفادة منه، ومن أمثال علماء الفلك :

- أبو الريحان محمد البيروني : الذي نجح في قياس محيط الكرة الأرضية.
- علي بن عيسى الأسطرلابي.
- علي البحترى.

7 اختبار نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أيهما يؤثر على الآخر بقوة تجاذب مادي أكبر (الأرض أم القمر) ؟

- Ⓐ القمر
- Ⓑ الأرض
- Ⓒ كلاهما يجذب الآخر بنفس القوة
- Ⓓ القمر لا يجذب الأرض

٢ * قمران A ، B متساويان في الكتلة يدوران حول كوكب، فإذا كان نصف قطر مداريهما r ، $2r$ على

الترتيب، فإن مقدار قوة جذب الكوكب للقمر B مقدار قوة جذب القمر A

- Ⓐ أربعة أمثال
- Ⓑ يساوي
- Ⓒ نصف
- Ⓓ ربع

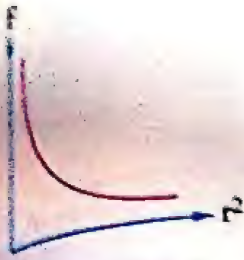
٣ إذا علمت أن كتلة الأرض 81 مرة قدر كتلة القمر وقطرها 4 أمثال قطر القمر، ما النسبة بين قوة جذب

الأرض لجسم موضوع على سطحها وقوة جذب القمر لنفس الجسم إذا وضع على سطحه $\left(\frac{F_{(الأرض)}}{F_{(القمر)}} \right)$

- Ⓐ $\frac{9}{4}$
- Ⓑ $\frac{9}{16}$
- Ⓒ $\frac{81}{4}$
- Ⓓ $\frac{81}{16}$

مجال الجاذبية Gravitational Field

* ينص قانون الجذب العام على أن قوة الجاذبية بين جسمين ماديين تتناسب عكسياً مع مربع البعد بين مركزي الجسمين، وبالتالي فإن قوة الجاذبية تتناقص كلما زاد البعد بين مركزي الجسمين حتى يصل البعد بين مركزيهما إلى مسافة تكاد تتلاشى عندها قوى التجاذب بينهما، وخلال هذه المسافة يوجد حيز تظهر فيه أثر قوة الجاذبية ويطلق على هذا الحيز مجال الجاذبية.



استنتاج شدة مجال الجاذبية الأرضية (g)

* بفرض وضع جسم كتلته 1 kg في مجال الجاذبية الأرضية وعلى بُعد r من مركز الأرض، فإن قوة جذب الأرض للجسم :

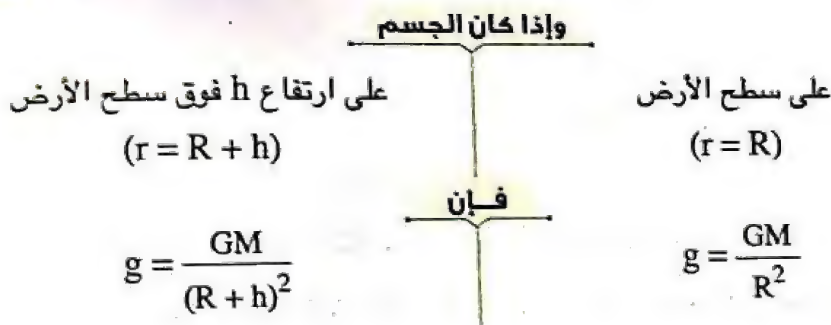
$$F = mg = 1 \times g = g \quad (1)$$

$$F = G \frac{mM}{r^2} = \frac{GM}{r^2} \quad (2)$$

ويتطبيق قانون الجذب العام :

من (1) ، (2) نجد أن :

$$g = \frac{GM}{r^2}$$



حيث : (M) كتلة الأرض (5.98×10^{24} kg).

(R) نصف قطر الكرة الأرضية (6378 km تقريباً).

شدة مجال الجاذبية الأرضية

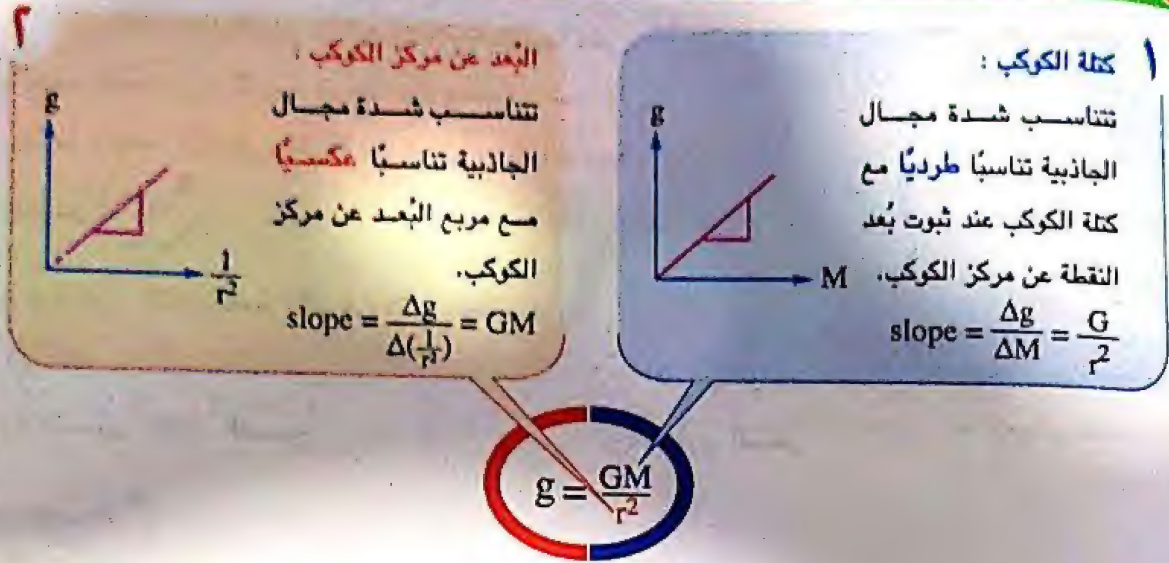
قوة جذب الأرض لجسم كتلته 1 kg عند نقطة ما.

* مما سبق نلاحظ أن شدة مجال الجاذبية الأرضية عند نقطة ما تساوى عددياً عجلة الجاذبية الأرضية عند تلك النقطة.

ملاحظة

* تختلف شدة مجال الجاذبية على سطح الأرض من موضع لآخر اختلافاً طفيفاً حيث إن كوكب الأرض ليس كروياً تماماً وإنما مفلطح عند القطبين، ومنبعج عند خط الاستواء بسبب دوران الأرض حول نفسها.

العوامل التي تتوقف عليها شدة مجال الجاذبية لكوكب عند نقطة



مثال ١

قمر صناعي كتلته 10^4 kg يدور حول الأرض على ارتفاع 600 km من سطحها، فإن :
(علماً بأن : $R = 6378 \text{ km}$, $M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$, $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

(١) شدة مجال الجاذبية الأرضية عند موضع القمر في مداره تساوى

- ☐ ١ 10 N/kg
 ☐ ٢ 9.8 N/kg
 ☐ ٣ 8.19 N/kg
 ☐ ٤ 7.25 N/kg

(٢) وزن القمر الصناعي في مداره يساوى

- ☐ ١ 10^3 N
 ☐ ٢ $1.22 \times 10^3 \text{ N}$
 ☐ ٣ $7.25 \times 10^4 \text{ N}$
 ☐ ٤ $8.19 \times 10^4 \text{ N}$

الحل

$m = 10^4 \text{ kg}$	$h = 600 \text{ km}$	$R = 6378 \text{ km}$	$M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$
-----------------------	----------------------	-----------------------	--------------------------------------

$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$	$g = ?$	$w = ?$
--	---------	---------

$$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{GM}{(R+h)^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24}}{((6378 + 600) \times 10^3)^2} = 8.19 \text{ N/kg} \quad (١)$$

∴ الاختيار الصحيح هو **ج**

$$w = mg = 8.19 \times 10^4 \text{ N}$$

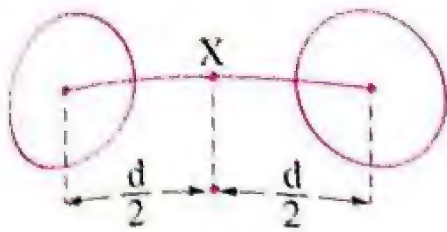
(٢)

∴ الاختيار الصحيح هو **د**

كانت كتلة القمر الصناعي أقل من 10^4 kg ، ماذا يحدث لشدة مجال الجاذبية الأرضية عند موقعه ؟

ماذا لو

سؤال ٢



الشكل المقابل يمثل كرتان من الحديد والخشب لهما نفس الحجم والبعد بين مركزيهما d ، فإنه عند منتصف المسافة بينهما (النقطة X) تكون النسبة بين شدتي مجال الجاذبية للكرتين $\left(\frac{g_{\text{حديد}}}{g_{\text{خشب}}}\right)$

- (علماً بأن : كثافة الحديد أكبر من كثافة الخشب)
- أ) أكبر من الواحد الصحيح
- ب) أقل من الواحد الصحيح
- ج) تساوى الواحد الصحيح
- د) تساوى الصفر

الحل

وسيلة مساعدة

$$m_{\text{حديد}} = \rho_{\text{حديد}} V_{\text{ol}}$$

$$m_{\text{خشب}} = \rho_{\text{خشب}} V_{\text{ol}}$$

• كتلة الكرة الحديدية :

• كتلة الكرة الخشبية :

∴ حجم الكرتان متساوى

$$\therefore m_{\text{حديد}} > m_{\text{خشب}}$$

$$\therefore g = G \frac{M}{r^2}$$

$$\therefore g \propto M$$

$$\therefore m_{\text{حديد}} > m_{\text{خشب}}$$

$$\therefore g_{\text{حديد}} > g_{\text{خشب}}$$

∴ الكرتان على بُعد متساوى من النقطة X

∴ الاختيار الصحيح هو ١

ماذا لو زاد البعد بين مركزي الكرتين للضعف، ماذا يحدث للنسبة $\left(\frac{g_{\text{حديد}}}{g_{\text{خشب}}}\right)$ عند منتصف المسافة بين الكرتين ؟

ماذا لو

كوكب كتلته ضعف كتلة الأرض وقطره ضعف قطر الأرض، فإن نسبة عجلة الجاذبية على سطح هذا الكوكب إلى عجلة الجاذبية على سطح الأرض تساوي

ب) $\frac{1}{1}$

د) $\frac{1}{4}$

ا) $\frac{2}{1}$

ج) $\frac{1}{2}$

الحل



التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة التناسب بند (٦) صفحة (١٥).

$M_p = 2 M_e$

$R_p = 2 R_e$

$\frac{g_p}{g_e} = ?$

$\therefore g = G \frac{M}{r^2}$

$\therefore \frac{g_p}{g_e} = \frac{M_p R_e^2}{M_e R_p^2} = \frac{2 M_e R_e^2}{M_e \times 4 R_e^2}$
 $= \frac{1}{2}$

\therefore الاختيار الصحيح هو ج

تم وضع جسم على سطح كل كوكب منهما فكان للجسمين نفس الوزن، فهل هذا يعني أن الجسمين لهما نفس الكتلة ؟

ماذا لو

٨ اختبار نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

* قمر صناعي يدور حول الأرض على ارتفاع h من سطح الأرض فإذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية عند مداره مساوية لنصف قيمتها عند سطح الأرض، فإن ارتفاع القمر الصناعي من سطح الأرض (h) بدلالة نصف قطر الأرض (R) يساوي

ب) $2 R$

ا) $2.41 R$

د) $0.414 R$

ج) $0.5 R$



تجربة 4 عملية



الغرض من التجربة

حساب كتلة الأرض بمعلومية نصف قطرها.

فكرة التجربة

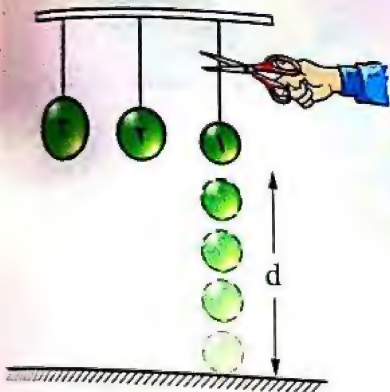
- حساب شدة مجال الجاذبية من المعادلة الثانية للحركة :
حيث : (d) الارتفاع الذي يسقط منه الجسم خلال زمن (t) ليصل إلى سطح الأرض.
- حساب كتلة الأرض باستخدام العلاقة :
حيث : (G) ثابت الجذب العام، (M) كتلة الأرض،
(r) البعد عن مركز الأرض والذي يمكن اعتباره في هذه التجربة نصف قطر الأرض (R).

الأدوات

- عدد 3 بندول مختلفين في الكتلة.
- ساعة إيقاف.
- مقص.
- شريط مترى.

الخطوات

- علق كل بندول بحيث تكون المسافة بين كرة البندول والأرض (d) متساوية وقيمتها كبيرة.
- قص الخيط عند نقطة التعليق للبندول الأول وعيّن باستخدام ساعة إيقاف زمن وصول كرة البندول لسطح الأرض.
- كرر الخطوة السابقة للبندولين الآخرين.
- سجل النتائج في الجدول التالي :



الكرة	الارتفاع (d)	الزمن (t)	شدة مجال الجاذبية ($g = 2d/t^2$)
الكرة (١)
الكرة (٢)
الكرة (٣)

(٥) احسب متوسط شدة مجال الجاذبية (g).

(٦) احسب كتلة الأرض بمعلومية متوسط شدة مجال الجاذبية (g) ونصف قطر الأرض ($R = 6.38 \times 10^6$ m)

و ثابت الجذب العام ($G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$) مستخدماً العلاقة :

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

الأقمار الصناعية Satellites



ظل ارتياد الفضاء حلم يراود عقول البشر لعدة قرون وقد اشتمل تحقيق هذا الحلم على تطوير أجهزة الرصد والصواريخ التي تُقذف بمركبة فضائية لتدور حول الأرض أو تصل للكوكب الآخر كالمريخ حتى تحقق الحلم يوم 4 أكتوبر 1957م وتم إرسال القمر الصناعي (سبوتنيك) إلى الفضاء كأول تابع فضائي لكوكب الأرض، وقد أعقب ذلك إرسال أقمار أخرى والنجاح في الهبوط على سطح القمر، ولا يزال استكشاف الفضاء يتواصل بنجاح كبير.

فكرة إطلاق القمر الصناعي

يمثل القمر الصناعي في مداره جسم يسقط سقوطاً حراً نحو الأرض (لأن حركته تتأثر بالجاذبية فقط) وبالرغم من ذلك لا يقترب من سطح الأرض على الإطلاق، وقد فسر إسحاق نيوتن ذلك حيث تصور أنه عند إطلاق قذيفة مدفع من قمة جبل أفقياً (مع إهمال مقاومة الهواء) :



• تقطع القذيفة مسافة أفقية قبل أن تسقط سقوطاً حراً وتتخذ مساراً منحنياً نحو سطح الأرض.



• بزيادة السرعة التي تُقذف بها القذيفة تزداد المسافة الأفقية التي تقطعها قبل أن تصل إلى سطح الأرض وتتبع مساراً أقل انحناءً.

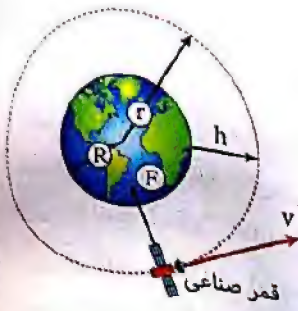


• إذا بلغت سرعة انطلاق القذيفة حداً معيناً بحيث يتساوى انحناء مسار القذيفة مع انحناء سطح الأرض فإنها تدور في مسار شبه دائري ثابت حول الأرض وتصبح تابعاً للأرض مثل القمر الطبيعي لذلك يطلق عليها اسم القمر الصناعي وهذه السرعة يطلق عليها **السرعة المدارية للقمر الصناعي**.

السرعة المدارية للقمر الصناعي

السرعة التي تجعل القمر الصناعي يدور في مسار منحنى شبه دائري بحيث يظل بعده عن سطح الأرض ثابتاً.

استنتاج السرعة المدارية للقمر الصناعي (v)



* يفرض وجود قمر صناعي كتلته m يتحرك حول كوكب كتلته M بسرعة ثابتة v في مدار دائري نصف قطره r كما بالشكل فإن :

- قوة التجاذب المادي بين الكوكب والقمر الصناعي تعطى بالعلاقة :

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

- قوة التجاذب المادي بين الكوكب والقمر الصناعي تكون عمودية على مسار حركة القمر الصناعي فتعمل على تحريكه في مسار دائري :

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

إذًا : قوة التجاذب المادي بين الكوكب والقمر الصناعي هي نفسها القوة الجاذبة المركزية.

$$\therefore G \frac{mM}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

$$\therefore v^2 = \frac{GM}{r}$$

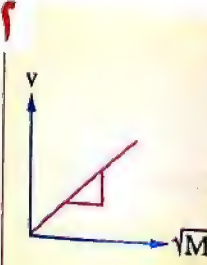
$$\therefore v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

$$r = R + h$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R + h}}$$

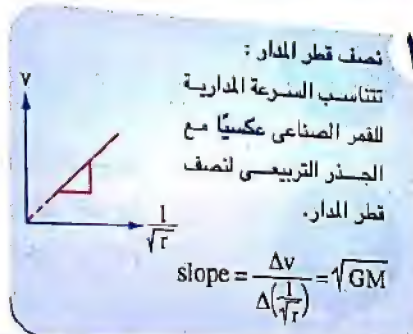
وإذا كان الارتفاع الذي أطلق إليه القمر الصناعي للفضاء من سطح الكوكب h ونصف قطر الكوكب R فإن :

العوامل التي تتوقف عليها السرعة المدارية للقمر الصناعي



كتلة الكوكب :
تناسب السرعة المدارية للقمر الصناعي طرديًا مع الجذر التربيعي لكتلة الكوكب الذي يدور حوله عند ثبوت نصف قطر المدار.

$$\text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta \sqrt{M}} = \sqrt{\frac{G}{r}}$$



نصف قطر المدار :
تناسب السرعة المدارية للقمر الصناعي عكسيًا مع الجذر التربيعي لنصف قطر المدار.

$$\text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta \left(\frac{1}{\sqrt{r}}\right)} = \sqrt{GM}$$

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$



(١) إذا تخيلنا توقف مفاجئ لقمر صناعى يدور حول الأرض (أصبحت سرعته تساوى صفر)، فإنه يتحرك فى خط مستقيم نحو الأرض تحت تأثير الجاذبية الأرضية ويسقط على سطحها.

(٢) القمر الصناعى المتزامن مع دوران الأرض يكون زمنه الدورى مساوى للزمن الدورى لدوران الأرض حول نفسها أى يوم أرضى واحد (24 ساعة) وبالتالي يظل القمر الصناعى فوق نقطة ثابتة من سطح الأرض.



(٣) يمكن استنتاج العلاقة بين نصف قطر مدار قمر صناعى (r) يدور حول كوكب ما والزمن الدورى لحركته (T) كالتالى :

$$\therefore v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\therefore \frac{GM}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$$

$$\therefore T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}$$

$$\therefore T^2 \propto r^3$$

(٤) يمكن حساب السرعة المدارية (v) لقمر صناعى كالتالى :

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

بدلالة الزمن الدورى

$$v = 2\pi r f$$

بدلالة التردد

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

بدلالة كتلة الكوكب

$$v = \sqrt{gr}$$

بدلالة شدة مجال الجاذبية

السرعة
المدارية
للقمر الصناعى
(v)

(٥) السرعة المدارية للقمر الصناعي لا تعتمد على كتلة القمر الصناعي.

(٦) السرعة المدارية للقمر الصناعي حول الأرض تتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لنصف قطر المدار الدائري تبعاً للعلاقة $(v = \sqrt{\frac{GM}{r}})$ ولا يمكن القول أنها :

- تتناسب طردياً مع نصف قطر المدار الدائري تبعاً للعلاقة $(T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM})$.

- تتناسب طردياً مع الجذر التربيعي لنصف قطر المدار الدائري تبعاً للعلاقة $(v = \sqrt{gr})$ وذلك لأن شدة

مجال الجاذبية أيضاً تعتمد على نصف قطر المدار تبعاً للعلاقة $(g = \frac{GM}{r^2})$.

مثال ١

يدور القمر حول الأرض في مسار دائري نصف قطره $3.85 \times 10^5 \text{ km}$ ، فإن السرعة المدارية للقمر تساوى

(علماً بأن : ثابت الجذب العام $= 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ ، كتلة الأرض $= 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$)

١. $1.02 \times 10^3 \text{ m/s}$ (ب)

٢. $2.04 \times 10^2 \text{ m/s}$ (ا)

٣. $1.04 \times 10^6 \text{ m/s}$ (د)

٤. $3.22 \times 10^4 \text{ m/s}$ (ج)

الحل

$$r = 3.85 \times 10^5 \text{ km}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$v = ?$$

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}} = \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24}}{3.85 \times 10^5 \times 10^3}}$$

$$= 1.02 \times 10^3 \text{ m/s}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

ماذا
لو

المطلوب هو الزمن الدوراني للقمر حول الأرض، ما إجابتك ؟

مثال ٢

ثلاثة أقمار صناعية (A , B , C) كتلتها (3 m , 2 m , m) على الترتيب تدور في ثلاثة مدارات مختلفة حول الأرض أقطارها (3 r , 2 r , r) على الترتيب، أى قمر صناعى من هذه الأقمار يدور بسرعة أكبر فى مداره ؟
 (أ) القمر A
 (ب) القمر B
 (ج) القمر C
 (د) جميعها لها نفس السرعة المدارية

الحل

$$m_A = 3m \quad m_B = 2m \quad m_C = m \quad r_A = 3r \quad r_B = 2r \quad r_C = r$$

$$\therefore v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$

∴ السرعة المدارية للقمر لا تتوقف على كتلته.

∴ الأقمار الثلاثة تدور حول الأرض.

$$\therefore v \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$$

$$\therefore r_A > r_B > r_C$$

$$\therefore v_A < v_B < v_C$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

كانت هذه الأقمار تدور على نفس الارتفاع من سطح الأرض، فما إجابتك ؟

ماذا لو

مثال ٣

قمر صناعى يدور حول الأرض فى مدار شبه دائرى على ارتفاع 940 km من سطح الأرض، فإن :
 (علمًا بأن : $R = 6360 \text{ km}$, $M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$, $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$, $\pi = 3.14$)

(١) السرعة المدارية للقمر تساوى

$$7.9 \times 10^3 \text{ m/s} \quad (\text{ب})$$

$$7.4 \times 10^3 \text{ m/s} \quad (\text{أ})$$

$$2.1 \times 10^4 \text{ m/s} \quad (\text{د})$$

$$8.6 \times 10^3 \text{ m/s} \quad (\text{ج})$$

(٢) الزمن الدورى لدوران القمر حول الأرض يساوى

$$1.61 \text{ h} \quad (\text{ب})$$

$$1.48 \text{ h} \quad (\text{أ})$$

$$2.18 \text{ h} \quad (\text{د})$$

$$1.72 \text{ h} \quad (\text{ج})$$

$$h = 940 \text{ km}$$

$$R = 6360 \text{ km}$$

$$M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$$

$$v = ? \quad T = ?$$

$$r = R + h = 6360 + 940 = 7300 \text{ km} = 7.3 \times 10^6 \text{ m}$$

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}} = \sqrt{6.67 \times 10^{-11} \times \frac{6 \times 10^{24}}{7.3 \times 10^6}}$$

$$= 7.4 \times 10^3 \text{ m/s}$$

الكمال مع الرياضيات

يمكنك مراجعة كسور ومضاعفات
الوحدات بعد (١) صفحة (١٢).

١. الاختيار الصحيح هو ①

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2 \times 3.14 \times 7.3 \times 10^6}{7.4 \times 10^3} = 6195.14 \text{ s} = 1.72 \text{ h}$$

٢.

٢. الاختيار الصحيح هو ②

كان نفس القمر الصناعي يدور حول قمر الأرض على ارتفاع 940 km من سطح القمر.
فما سرعته المدارية إذا علمت أن قطر القمر يساوي 27 % من قطر الأرض وكتلة الأرض
81 مرة كتلة القمر ؟

ماذا
لو

مثال ٤

قمر صناعي يتم دورته حول كوكب معين في 94.4 min وطول مساره 43153 km، فإن :
(علماً بأن : نصف قطر الكوكب = 6360 km ، $\pi = 3.14$ ، $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

(١) السرعة المدارية للقمر الصناعي تساوي

$$7.6 \times 10^3 \text{ m/s} \text{ ③}$$

$$1.9 \times 10^3 \text{ m/s} \text{ ①}$$

$$4.6 \times 10^5 \text{ m/s} \text{ ④}$$

$$4.8 \times 10^4 \text{ m/s} \text{ ②}$$

(٢) ارتفاع القمر الصناعي عن سطح الكوكب يساوي

$$13.2 \times 10^3 \text{ km} \text{ ③}$$

$$5.1 \times 10^2 \text{ km} \text{ ①}$$

$$49.5 \times 10^3 \text{ km} \text{ ④}$$

$$36.8 \times 10^3 \text{ km} \text{ ②}$$

$$T = 94 \text{ d min} \quad 2\pi r = 43153 \text{ km} \quad R = 6360 \text{ km} \quad v = ? \quad h = ?$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{43153 \times 10^3}{94 \times 60} = 7.6 \times 10^3 \text{ m/s}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

$$r = \frac{43153}{2 \times 3.14} = 6871.407 \text{ km}$$

$$h = r - R = 6871.407 - 6360 = 5.1 \times 10^2 \text{ km}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

المطلوب هو حساب شدة مجال الجاذبية عند سطح الكوكب. ما إجابتك ؟

ماذا لو

مثال ٥

نصف قطر مدار قمر صناعي متزامن مع الأرض يساوي

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$, $M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$)

$$2.7 \times 10^{11} \text{ m} \quad \text{ب}$$

$$1.8 \times 10^{15} \text{ m} \quad \text{أ}$$

$$9.6 \times 10^6 \text{ m} \quad \text{د}$$

$$4.2 \times 10^7 \text{ m} \quad \text{ج}$$

الحل

$$T = 24 \text{ h}$$

$$M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$$

$$r = ?$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\therefore \frac{GM}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

$$\therefore r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$$

$$\therefore r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24} \times (24 \times 60 \times 60)^2}{4 \times \left(\frac{22}{7}\right)^2}} = 4.2 \times 10^7 \text{ m}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

المطلوب هو حساب السرعة المدارية لهذا القمر. ما إجابتك ؟

ماذا لو

معلومة إثرائية

• لماذا رادت كتلة القمر الصناعي المراد إرساله للفضاء، أحيانًا بمروحة، للتأثير بقوة أكبر على القمر الصناعي حتى يكتسب السرعة اللازمة لدورانه حول الأرض.

اختبر نفسك

- 9 * اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :
- قمر صناعى يدور حول الأرض فى مدار ثابت، فإذا انفصل عنه جزء يمثل ربع كتلته فإن سرعته المدارية
1. تقل للربع
2. تزداد بمقدار الربع
3. تزداد لأربعة أمثالها
4. تظل كما هى

Importance of Satellites أهمية الأقمار الصناعية

- * يعتبر القمر الصناعى بمثابة برج شارق الارتفاع يمكن استخدامه فى إرسال واستقبال الموجات اللاسلكية.
- * يمكن تقسيم الأقمار الصناعية من حيث استخداماتها إلى أنواع عديدة، منها :
- * النقل التليفزيونى والإذاعى والهاتفى من وإلى أى مكان على سطح الأرض.
- * تحديد الموقع باستخدام نظام GPS
- * رؤية الأماكن من الفضاء باستخدام برنامج Google Earth
- * الإنترنت.
- 1 أقمار الاتصالات تستخدم فى
- * تصوير الفضاء بدقة.
- 2 الأقمار الفلكية (تليسكوبات كبيرة الحجم تسبح فى الفضاء) تستخدم فى
- * دراسة ومراقبة الطيور المهاجرة.
- * تحديد المصادر المعدنية وتوزيعها تحت سطح الأرض.
- * مراقبة المحاصيل الزراعية لحمايتها من مخاطر الطقس.
- 3 أقمار الاستشعار عن بُعد تستخدم فى
- * توفير المعلومات التى تحتاجها القيادات السياسية والعسكرية لاتخاذ القرار وإدارة الحرب.
- 4 أقمار الاستطلاع والتجسس تستخدم فى
- * التقاط صور للغلاف الجوى من ارتفاع 35000 km فوق سطح الأرض لتحديد أنماط الطقس.
- * تتبع الأعاصير واتجاهها.
- * رصد الظروف الجوية مثل جودة الهواء والغطاء الجليدى والغطاء السحابى.
- 5 أقمار الأرصاد تستخدم فى

معلومة إثرائية

الأقمار القطبية Polar satellites

- الأقمار القطبية تدور فى مدارات فوق المناطق القطبية على ارتفاع يتراوح بين 200 km إلى 1000 km فوق سطح البحر وتكمل دورة كاملة فى فترة زمنية تتراوح بين 100 - 110 دقيقة حسب ارتفاع مدارها.
- تستخدم الأقمار القطبية فى مراقبة سطح الأرض والأرصاد الجوية حيث تمشح جميع النقاط على سطح الأرض بالتتابع مع دوران الأرض حول محورها.



أولاً

أسئلة الاختيار من متعدد

قيم لنفس الكرتونات

قانون الجذب العام

١ * جسمان كتلتها 2 kg ، 8 kg والبعد بينهما 20 cm ، فإذا علمت أن ثابت الجذب العام $6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ فإن قوة التجاذب المادي المتبادلة بينهما تساوي

٢.67 $\times 10^{-12} \text{ N}$ (ب)

2.67 $\times 10^{-8} \text{ N}$ (ا)

5.34 $\times 10^{-11} \text{ N}$ (د)

5.34 $\times 10^{-9} \text{ N}$ (ج)

٢ * كرتان لهما نفس الكتلة والبعد بين مركزيهما 2 m وقوة التجاذب بينهما $6.67 \times 10^{-9} \text{ N}$ ، فإن كتلة كل من الكرتين تساوي

20 kg (ب)

14.14 kg (ا)

400 kg (د)

200 kg (ج)

٢ كرتان كتلتها 8 kg ، 20 kg والبعد بين مركزيهما 0.2 m ، إذا كان ثابت الجذب العام هو G فإن قوة التجاذب المتبادلة بينهما بالنيوتن تساوي

40 G (ب)

8 G (ا)

8000 G (د)

4000 G (ج)

٤ كرتان متماثلتان كتلة كل منهما m ونصف قطر كل منهما r وضعتا متلاصقتين فإن مقدار قوة التجاذب المادي بينهما يعطى من العلاقة

$F = \frac{Gm^2}{4r^2}$ (ب)

$F = \frac{Gm^2}{r^2}$ (ا)

$F = \frac{Gm^2}{2r^2}$ (د)

$F = \frac{2Gm}{r^2}$ (ج)

٥ إذا تضاعف البعد بين مركزي جسمين ، فإن قوة التجاذب بينهما

(ب) تصبح نصف قيمتها الأصلية

(ا) تتضاعف

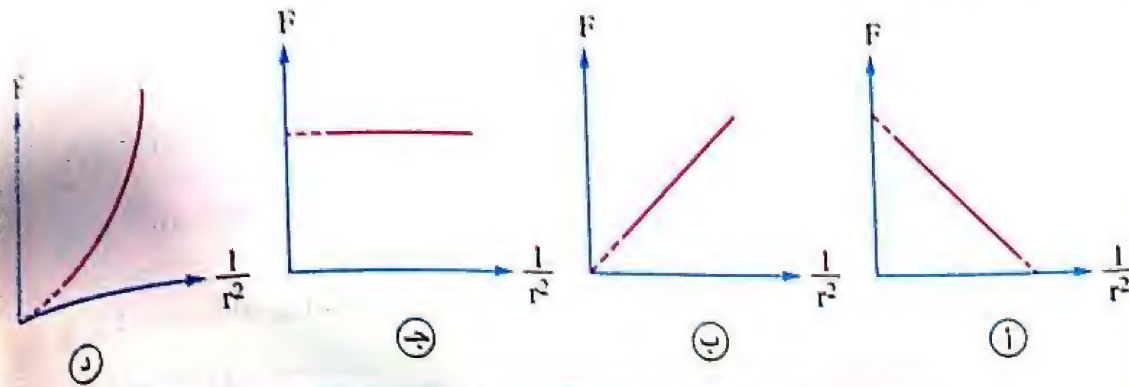
(د) تصبح أربعة أضعاف قيمتها الأصلية

(ج) تصبح ربع قيمتها الأصلية

٦ جسمان كتلة الأول m_1 وكتلة الثاني m_2 والبعد بين مركزيهما r ، فإذا زادت كتلة الأول للضعف وزاد البعد بين مركزيهما للضعف فإن قوة الجذب المتبادلة بينهما

- (أ) لا تتغير
(ب) تزداد للضعف
(ج) تقل للضعف
(د) تصبح أربعة أمثالها

٧ الشكل البياني الذي يمثل العلاقة بين قوة التجاذب المادي (F) بين جسمين ومقلوب مربع البعد بين مركزيهما ($\frac{1}{r^2}$) هو



٨ الشكل المقابل يمثل العلاقة البيانية بين قوة الجذب المتبادلة (F) بين جسمين وحاصل ضرب كتلتي الجسمين ($m_1 m_2$)، فإن البعد (r) بين مركزي الجسمين يساوي

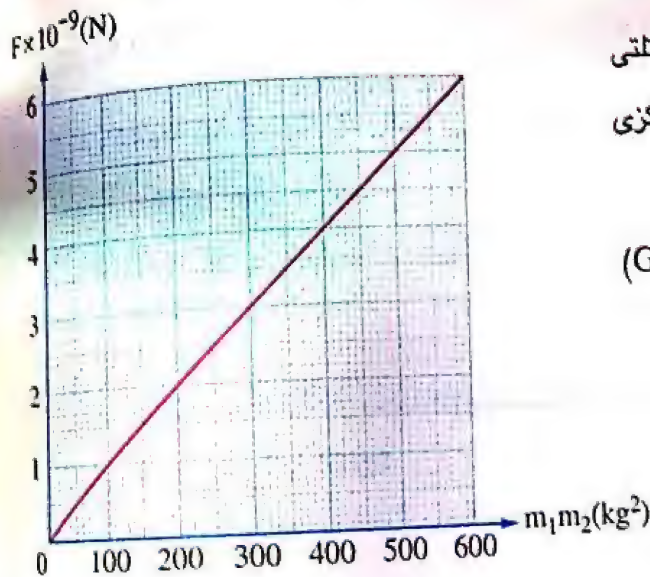
(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

(أ) 1.84 m

(ب) 2.58 m

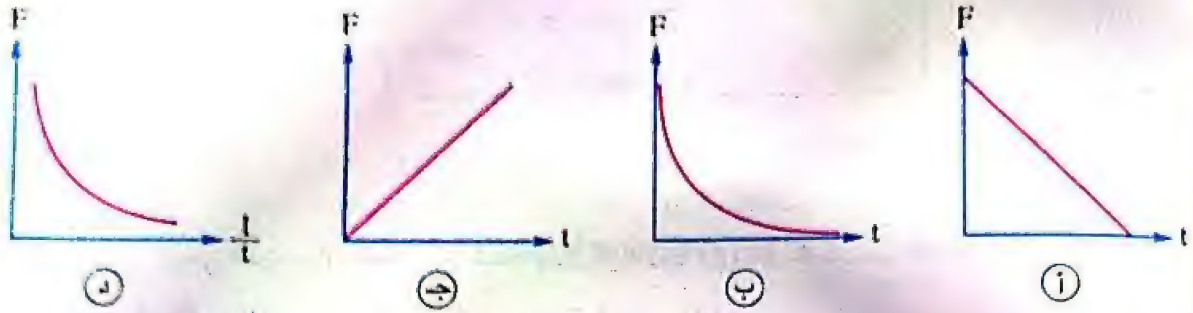
(ج) 4.62 m

(د) 5.78 m





❖ في الشكل الموضح إذا كانت السيارة تتحرك بسرعة منتظمة مبتعدة عن إشارة مرور، فإن التمثيل البياني الذي يعبر عن تغير قوة التجاذب المادي (F^2) بين السيارة وإشارة المرور مع الزمن (t) هو



شدة مجال الجاذبية

❖ إذا علمت أن نصف قطر كوكب ما 7.14×10^7 m وكتلته 1.9×10^{27} kg وثابت الجذب العام $6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ ، فإن :

(١) قوة الجذب التي يتأثر بها جسم كتلته 1 kg موضوع على سطح الكوكب تساوي

(أ) 24.86 N (ب) 39.45 N

(ج) 45.95 N (د) 60.42 N

(٢) قيمة عجلة الجاذبية على سطح الكوكب تساوي

(أ) 24.86 m/s^2 (ب) 39.45 m/s^2

(ج) 45.95 m/s^2 (د) 60.42 m/s^2

❖ كوكب كتلته 5.98×10^{24} kg ونصف قطره 6378 km، فإن شدة مجال الجاذبية لهذا الكوكب عند نقطة تبعد 36000 km عن سطحه تساوي

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

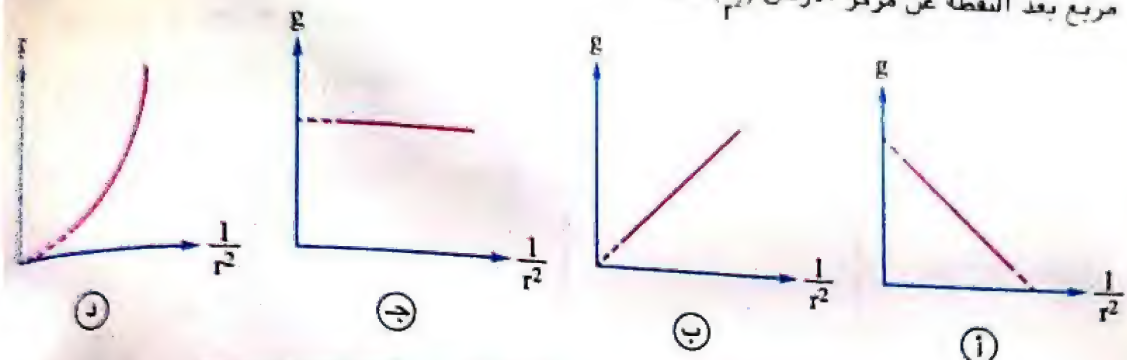
(أ) $22.2 \times 10^{-4} \text{ N/kg}$

(ب) $22.2 \times 10^{-2} \text{ N/kg}$

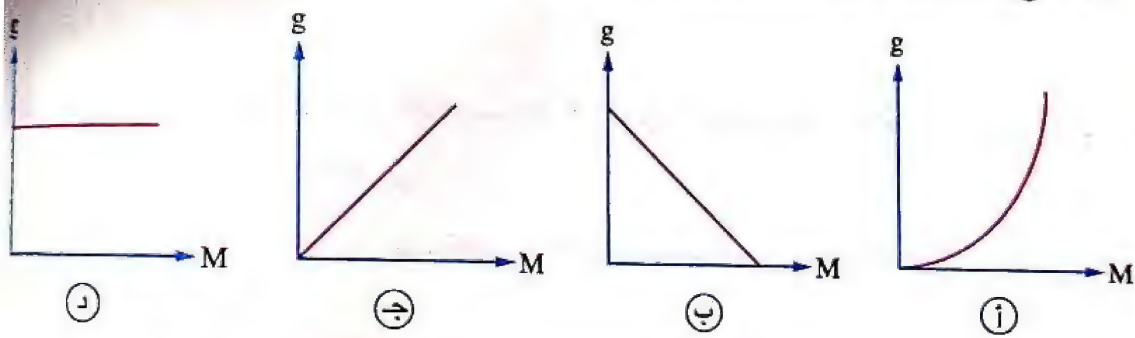
(ج) $22.2 \times 10^2 \text{ N/kg}$

(د) $94.1 \times 10^5 \text{ N/kg}$

١٢ الشكل البياني المعبر عن العلاقة بين شدة مجال جاذبية الأرض (g) عند عدة نقاط في الغلاف الجوي ومقابل مربع بُعد النقطة عن مركز الأرض ($\frac{1}{r^2}$) هو



١٣ الشكل البياني الذي يمثل العلاقة بين شدة مجال الجاذبية (g) لكل كوكب من كواكب المجموعة الشمسية عند نقطة على نفس البُعد من مركز كل كوكب وكتلة الكوكب (M) هو

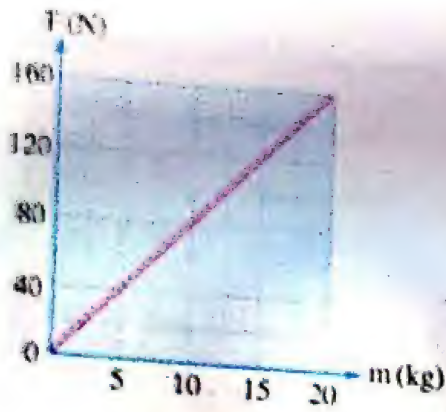


١٤ إذا تخيلنا أن الأرض بدأت في الانكماش بانتظام بينما ظلت كتلتها ثابتة، فإن قيمة عجلة الجاذبية على سطحها

- أ) تزداد لأن عجلة الجاذبية تتناسب عكسياً مع مربع نصف قطر الأرض
- ب) تزداد لأن عجلة الجاذبية تتناسب طردياً مع مربع نصف قطر الأرض
- ج) تظل ثابتة لأن عجلة الجاذبية تعتمد على كتلة الأرض فقط
- د) تقل لأن عجلة الجاذبية تتناسب عكسياً مع نصف قطر الأرض

١٥ إذا علمت أن عجلة الجاذبية على سطح القمر سدس عجلة الجاذبية على سطح الأرض، فإن النسبة بين ثابت الجذب العام على سطح الأرض وثابت الجذب العام على سطح القمر

- أ) $\frac{1}{6}$
- ب) $\frac{1}{3}$
- ج) $\frac{1}{1}$
- د) $\frac{6}{1}$



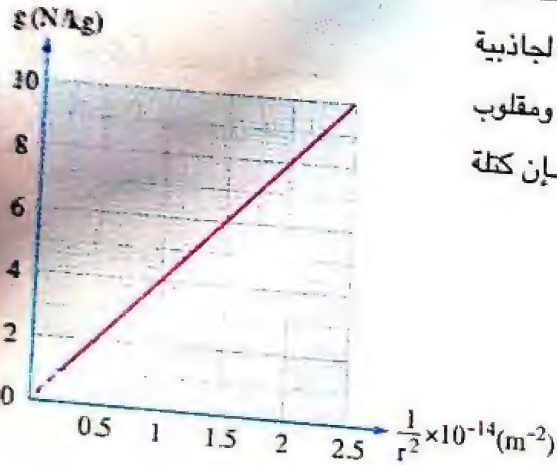
* عدة أجسام مختلفة الكتلة توجد على سطح كوكب كتلته $5.9 \times 10^{24} \text{ kg}$ والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين قوة جذب الكوكب (F) لكل من هذه الأجسام وكتلة كل جسم (m)،
(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

(١) شدة مجال جاذبية هذا الكوكب عند سطحه تساوى

- (أ) 4 N/kg
 (ب) 8 N/kg
 (ج) 16 N/kg
 (د) 32 N/kg

(٢) نصف قطر الكوكب يساوى

- (أ) $7.01 \times 10^3 \text{ km}$
 (ب) $2.51 \times 10^4 \text{ km}$
 (ج) $5.42 \times 10^9 \text{ km}$
 (د) $4.92 \times 10^{13} \text{ km}$



الشكل البياني المقابل يعبر عن العلاقة بين شدة مجال الجاذبية (g) لكوكب كتلته M عند عدد من النقاط حول الكوكب ومقلوب مربع البعد بين هذه النقاط ومركز الكوكب ($\frac{1}{r^2}$)، فإن كتلة الكوكب (M) تساوى

- (أ) $4 \times 10^{14} \text{ kg}$
 (ب) $6 \times 10^{14} \text{ kg}$
 (ج) $4 \times 10^{24} \text{ kg}$
 (د) $6 \times 10^{24} \text{ kg}$

* كوكب كتلته 5 مرات كتلة الأرض وقطره 5 مرات قطر الأرض، فإن :
(١) النسبة بين عجلة الجاذبية على سطح الأرض وعجلة الجاذبية على سطح هذا الكوكب ($\frac{g_e}{g_p}$)

- (أ) $\frac{1}{1}$
 (ب) $\frac{1}{5}$
 (ج) $\frac{5}{1}$
 (د) $\frac{1}{3}$

(٢) النسبة بين وزن جسم عند وضعه على سطح الأرض ووزنه عند وضعه على سطح هذا الكوكب، على الترتيب تساوى

- (أ) $\frac{1}{1}$
 (ب) $\frac{1}{5}$
 (ج) $\frac{5}{1}$
 (د) $\frac{1}{3}$

١٩ * جسم يزن 45 N على سطح الأرض، فإن وزنه على ارتفاع من سطح الأرض يعادل ربع قطر الأرض يساوي

25 N (ب)

20 N (ا)

40 N (د)

30 N (ج)

٢٠ * إذا كانت شدة مجال الجاذبية الأرضية عند مدار قمر صناعي يدور حول الأرض 2.5 N/kg فإن المسافة بين القمر الصناعي و سطح الأرض (h) تساوي

(حيث : R نصف قطر الأرض، شدة مجال الجاذبية عند سطح الأرض $= 10 \text{ m/s}^2$)

R (ب)

2 R (ا)

$\frac{R}{4}$ (د)

$\frac{R}{2.5}$ (ج)

٢١ * كوكب كتلته أربعة أمثال كتلة الأرض وقطره ضعف قطر الأرض، فإذا كان وزن الجسم على سطح الأرض 150 N فإن وزن هذا الجسم على سطح الكوكب يساوي

150 N (ب)

75 N (ا)

450 N (د)

300 N (ج)

السرعة المدارية

٢٢ * كوكب كتلته $9.96 \times 10^{22} \text{ kg}$ يدور حوله قمر صناعي على ارتفاع 12000 km من سطحه إذا كان نصف قطر الكوكب 1063 km فإن السرعة المدارية للقمر هي

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

311 m/s (ب)

249.9 m/s (ا)

744 m/s (د)

713.13 m/s (ج)

٢٣ * قمر صناعي يدور حول الأرض بسرعة v تحت تأثير قوة جاذبة مركزية F، فإذا تخيلنا حدوث انعدام مفاجئ لسرعة دوران القمر الصناعي فإنه

(ا) يظل متحركًا في مداره

(ب) تنعدم قوة الجاذبية الأرضية المؤثرة عليه

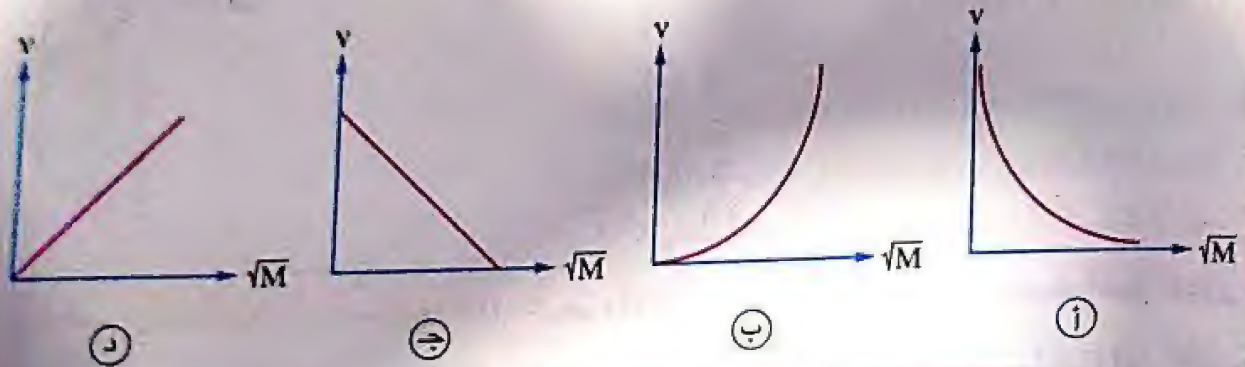
(ج) يتحرك في خط مستقيم نحو مركز الأرض

(د) يتحرك في خط مستقيم مماس لمداره

١٤ تدور محطة الفضاء الدولية حول الأرض في مدار نصف قطره T بحيث تتم دورة كاملة حول الأرض خلال زمن T ، فإذا انفصل عنها جزء كتلته 0.1 من كتلة المحطة فإن الزمن الدوري للمحطة حول الأرض

- (أ) يقل بمقدار 0.1 من قيمته
(ب) يزداد بمقدار 0.1 من قيمته
(ج) يظل ثابتاً
(د) يقل إلى 0.1 من قيمته

١٥ عدد من الأقمار الصناعية المتماثلة يدور كل منها حول كوكب مختلف على نفس البعد من مركز الكوكب، فإن الشكل البياني المعبر عن العلاقة بين السرعة المدارية للقمر الصناعي (v) والجذر التربيعي لكتلة الكوكب (\sqrt{M}) الذي يدور حوله القمر هو



* قمر صناعي يدور في مسار دائري على ارتفاع 300 km من سطح الأرض، فإن :
(علماً بأن : نصف قطر الأرض 6378 km ، عجلة الجاذبية الأرضية عند سطح الأرض 9.8 m/s^2)
(١) سرعته المدارية تساوى

- (أ) $4.4 \times 10^3 \text{ m/s}$
(ب) $6.1 \times 10^5 \text{ m/s}$
(ج) $7.7 \times 10^3 \text{ m/s}$
(د) $9 \times 10^5 \text{ m/s}$

(٢) زمن دورة القمر الصناعي حول الأرض يساوى

- (أ) $2.34 \times 10^3 \text{ s}$
(ب) $5.45 \times 10^3 \text{ s}$
(ج) $6.32 \times 10^3 \text{ s}$
(د) $9.22 \times 10^3 \text{ s}$

(٣) قيمة العجلة المركزية أثناء حركته تساوى

- (أ) 2.4 m/s^2
(ب) 4.3 m/s^2
(ج) 6.8 m/s^2
(د) 8.9 m/s^2

٢٧ قمران صناعيان A ، B يدوران حول الأرض، فإذا كان نصف قطر مدار A يساوى أربعة أمثال نصف قطر مدار B فإن النسبة بين سرعة A وسرعة B على الترتيب هى

Ⓐ $\frac{4}{1}$

Ⓐ $\frac{2}{1}$

Ⓑ $\frac{1}{4}$

Ⓑ $\frac{1}{2}$

٢٨ قمران صناعيان كتلتها $5 \times 10^3 \text{ kg}$ ، $15 \times 10^3 \text{ kg}$ يدوران حول الأرض على نفس الارتفاع من سطح الأرض، فإن النسبة بين السرعة المدارية للقمر الصناعى الأول والسرعة المدارية للقمر الصناعى الثانى $\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$ تساوى

Ⓐ $\frac{1}{3}$

Ⓐ $\frac{1}{1}$

Ⓑ $\frac{1}{\sqrt{3}}$

Ⓑ $\frac{3}{1}$

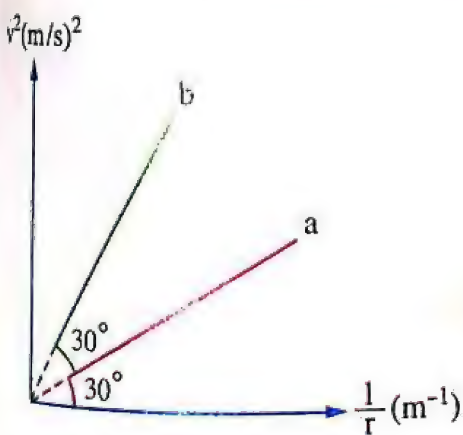
٢٩ قمران صناعيان أحدهما يدور حول الأرض والآخر يدور حول المريخ، فإذا كان نصف القطر المدارى لكل منهما واحد وكتلة الأرض تسعة أمثال كتلة المريخ فإن النسبة بين السرعة الخطية (المماسية) للقمر الذى يدور حول الأرض والسرعة الخطية (المماسية) للقمر الذى يدور حول المريخ على الترتيب هى

Ⓐ $\frac{9}{1}$

Ⓐ $\frac{1}{9}$

Ⓑ $\frac{3}{1}$

Ⓑ $\frac{1}{3}$



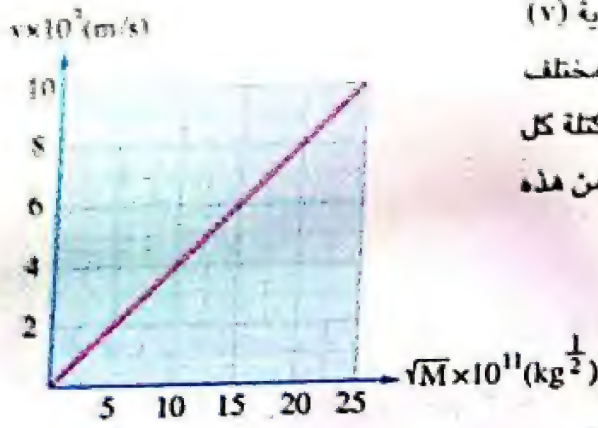
٣٠ كوكبان a ، b يدور حول كل منهما مجموعة من الأقمار الصناعية، والشكل المقابل يمثل العلاقة البيانية بين مربع السرعة المدارية (v^2) للأقمار الصناعية ومقلوب نصف القطر ($\frac{1}{r}$) لمدار كل منها، فتكون النسبة بين كتلتى الكوكبين $\left(\frac{M_a}{M_b}\right)$ هى

Ⓐ $\frac{2}{1}$

Ⓐ $\frac{1}{2}$

Ⓑ $\frac{3}{1}$

Ⓑ $\frac{1}{3}$



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين السرعة المدارية (v) لعدة أقمار صناعية متماثلة يدور كل منها حول كوكب مختلف على نفس البعد عن مركز الكوكب والجذر التربيعي لكتلة كل من هذه الكواكب (\sqrt{M})، فإن نصف قطر مدار كل من هذه الأقمار يساوي

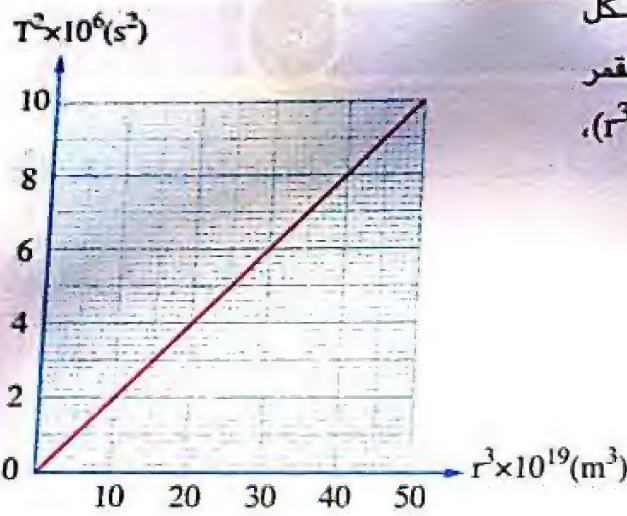
(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

2.39 $\times 10^3 \text{ km}$ (أ)

4.17 $\times 10^3 \text{ km}$ (ب)

16.68 $\times 10^3 \text{ km}$ (ج)

59.97 $\times 10^3 \text{ km}$ (د)



تم إطلاق عدة أقمار صناعية لتدور حول كوكب، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين مربع الزمن الدوري للقمر حول الكوكب (T^2) ومكعب نصف قطر مدار القمر (r^3)، فإن كتلة الكوكب تساوي

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

2.96 $\times 10^{24} \text{ kg}$ (أ)

4.7 $\times 10^{24} \text{ kg}$ (ب)

2.96 $\times 10^{25} \text{ kg}$ (ج)

4.7 $\times 10^{25} \text{ kg}$ (د)

* قمر صناعي يدور حول الأرض على ارتفاع h من سطحها بحيث يكون زمن دورانه دورة كاملة حول

الأرض مساويًا لزمن دوران الأرض حول محورها دورة كاملة فإن :

(علمًا بأن : اليوم الأرضي = 24 ساعة، $\pi = 3.14$ ، $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ ،

$R = 6378 \text{ km}$ ، $M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$)

(١) ارتفاع القمر الصناعي عن سطح الأرض (h) يساوي

3.6 $\times 10^7 \text{ m}$ (ب)

2 $\times 10^7 \text{ m}$ (أ)

6.6 $\times 10^7 \text{ m}$ (د)

5.6 $\times 10^7 \text{ m}$ (ج)

(٢) السرعة المدارية للقمر الصناعي تساوي

0.47 m/s (ب)

0.22 m/s (أ)

9.41 $\times 10^3 \text{ m/s}$ (د)

3.07 $\times 10^3 \text{ m/s}$ (ج)

* يدور قمر صناعي في مدار حول الأرض على ارتفاع h من سطح الأرض بسرعة مدارية $\sqrt{\frac{GM}{R}}$ نصف قطر الأرض R ، فيكون بُعد القمر الصناعي عن سطح الأرض (h) هو

Ⓐ $2R$

Ⓘ $\frac{1}{2}R$

Ⓓ $4R$

Ⓙ $3R$

* قمران صناعيان A ، B يدوران حول كوكب نصف قطر مداريهما $2 \times 10^6 \text{ m}$ ، $1 \times 10^6 \text{ m}$ الترتيب، إذا كان الزمن الدوري للقمر B هو $8 \times 10^7 \text{ s}$ فإن الزمن الدوري للقمر A يساوي

Ⓐ $4 \times 10^6 \text{ s}$

Ⓘ $5 \times 10^5 \text{ s}$

Ⓓ $4.5 \times 10^8 \text{ s}$

Ⓙ $2.3 \times 10^8 \text{ s}$

أسئلة المقال

ثانياً

١. ماذا يحدث عند تساوي انحناء مسار قذيفة أطلقت أفقياً من قمة جبل مع انحناء سطح الأرض؟

٢. فسر العبارات التالية :

- (١) لا يسقط قمر صناعي يدور حول الأرض في مسار دائري منتظم رغم تأثره بالجاذبية الأرضية.
- (٢) تتوقف السرعة المدارية لقمر صناعي يدور حول الأرض على نصف قطر مداره فقط.
- (٣) السرعة المدارية لقمر صناعي كتلته $5 \times 10^3 \text{ kg}$ تساوي السرعة المدارية لقمر آخر كتلته $15 \times 10^3 \text{ kg}$ يدور حول نفس الكوكب وعلى نفس الارتفاع.

اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :

١ وحدة قياس ثابت الجذب العام هي

Ⓐ $N.m^2$

Ⓑ $N.m^2/kg^2$

Ⓒ $N.m.kg$

Ⓓ $m^3/kg.s^2$

Ⓔ $m^3.kg/s^2$

٢ عجلة الجاذبية الأرضية

Ⓐ ثابت كوني عام

Ⓑ لا تتغير بتغير كتلة الجسم

Ⓒ متغيرة حسب الارتفاع عن سطح الأرض

Ⓓ تختلف باختلاف فصول السنة

Ⓔ متغيرة حسب بُعد الأرض عن الشمس

٣ تتوقف السرعة المدارية لقمر يدور حول كوكب على

Ⓐ كتلة القمر

Ⓑ كتلة الكوكب

Ⓒ البعد بين مركزي الكوكب والقمر

Ⓓ الزمن الدوري لدوران القمر حول الكوكب

Ⓔ اتجاه دوران القمر حول الكوكب

٤ إذا كانت كتلة كوكب عطارد $3.3 \times 10^{23} \text{ kg}$ ونصف قطره $2.439 \times 10^6 \text{ m}$ ووضع جسم كتلته

65 kg على سطحه فإن

(علماً بأن : ثابت الجذب العام $6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ ، عجلة الجاذبية الأرضية عند سطح الأرض 9.8 m/s^2)

Ⓐ وزن الجسم على سطح كوكب عطارد 240.5 N

Ⓑ وزن الجسم على سطح كوكب عطارد 637 N

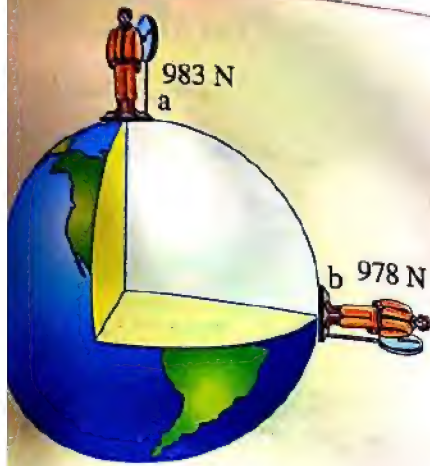
Ⓒ وزن الجسم على سطح كوكب عطارد 320.5 N

Ⓓ كتلة الجسم على سطح الأرض 65 kg

Ⓔ كتلة الجسم على سطح الأرض 172 kg

٥ السرعة المدارية لقمر صناعي يدور حول كوكب تتناسب

- ١) طردياً مع كتلة الكوكب
- ٢) طردياً مع الجذر التربيعي لكتلة الكوكب
- ٣) عكسياً مع نصف قطر مدار الكوكب
- ٤) عكسياً مع الجذر التربيعي لنصف قطر مدار الكوكب
- ٥) عكسياً مع الجذر التربيعي لنصف قطر مدار القمر



٦ في الشكل المقابل، يرجع اختلاف وزن الرجل عند

- النقطتين a , b لاختلاف
- ١) شدة مجال الجاذبية الأرضية
- ٢) طول قطري الأرض
- ٣) زمن دوران الرجل عند النقطتين
- ٤) سرعة دوران الرجل عند النقطتين
- ٥) كتلة الرجل عند النقطتين

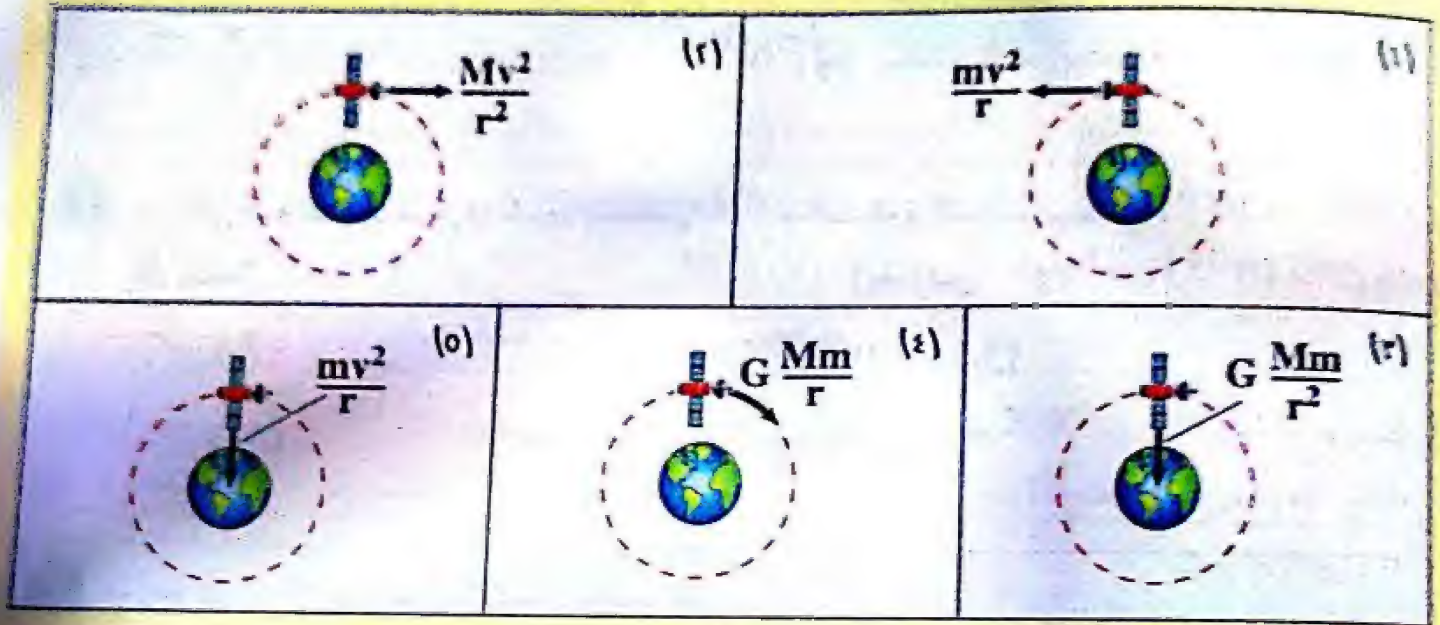
٧ شدة مجال جاذبية كوكب عند سطحه تتناسب

- ١) طردياً مع مربع نصف قطر الكوكب
- ٢) عكسياً مع مربع نصف قطر الكوكب
- ٣) عكسياً مع نصف قطر الكوكب
- ٤) طردياً مع كتلة الكوكب
- ٥) طردياً مع الجذر التربيعي لكتلة الكوكب

في شكلين من القائمة التالية يوضحان بشكل صحيح مقدار واتجاه القوة المؤثرة على قمر صناعي كتلته m ونصف قطر مداره r يدور بسرعة مدارية v حول كوكب الأرض الذي كتلته M ، حيث G ثابت الجذب العام :

الشكل الأول — (1)

الشكل الثاني — (ب)



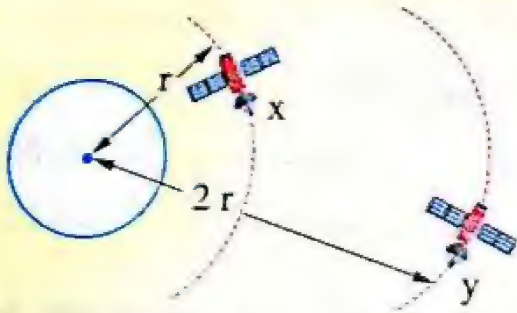
الشكل المقابل يوضح قمران صناعيان x ، y يدوران

حول كوكب، فإذا كان مقدار قوة جذب الكوكب للقمرين

متساوي فإن :

(1) النسبة بين كتلتي القمرين $\left(\frac{m_x}{m_y}\right)$ هي

(ب) النسبة بين سرعتيهما المدارية $\left(\frac{v_x}{v_y}\right)$ هي



$\frac{4}{1}$
$\frac{\sqrt{2}}{1}$
$\frac{2}{1}$
$\frac{1}{\sqrt{2}}$
$\frac{1}{4}$



١ في الشكل الموضح قمران صناعيان A ، B يدوران حول الأرض،

فإذا كانت سرعة القمر A هي v فإن سرعة القمر B هي

Ⓐ $\sqrt{2} v$

Ⓐ $2 v$

Ⓒ $\frac{v}{\sqrt{2}}$

Ⓒ v^2

٢ إذا كان البعد بين مركزي كرتين متماثلتين 1 m وكانت قوة التجاذب بينهما $6.67 \times 10^{-5} \text{ N}$ فإن كتلة كل منهما

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

Ⓐ $13.34 \times 10^3 \text{ kg}$

Ⓐ 10^6 kg

Ⓒ 13.34 kg

Ⓒ 10^3 kg

٣ سرعة دوران الأرض حول الشمس تعتمد على

Ⓐ كتلة الأرض فقط

Ⓑ كتلة الشمس فقط

Ⓒ كتلة الشمس والأرض والبعد بينهما

Ⓓ كتلة الشمس والبعد بينهما

٤ انطلق قمر صناعي من الأرض إلى مداره حول الأرض، ما التغيرات التي تحدث لكتلته ووزنه في هذه الحالة ؟

الوزن	الكتلة	
يظل ثابتاً	تقل	Ⓐ
يقل	تظل ثابتة	Ⓑ
يزيد	تظل ثابتة	Ⓒ
يظل ثابتاً	تزيد	Ⓓ

٥ قمر صناعي يدور حول الأرض بسرعة مدارية 7 km/s ، فإن الزمن اللازم ليصنع القمر الصناعي دورة كاملة حول الأرض يساوي

(علمًا بأن : $M_e = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$, $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

٦.٥٤ × ١٠^٣ s (ب)

٥.٢٥ × ١٠^٣ s (ا)

٧.٣٣ × ١٠^٣ s (د)

٦.٩٢ × ١٠^٣ s (ج)

٦ قمران صناعيان A ، B كتليهما 150 kg ، 1200 kg على الترتيب يدوران في مدار واحد نصف قطره $6.8 \times 10^6 \text{ m}$ حول كوكب كتلته $6.6 \times 10^{24} \text{ kg}$ ، فيكون الفرق بين الزمنين الدوريين للقمرين هو

١٥٠ s (ب)

٠ (ا)

٣٠٠ s (د)

٢٢٠ s (ج)

٧ قمر صناعي كتلته 2000 kg يدور حول الأرض في مسار دائري طوله $5.28 \times 10^7 \text{ m}$ ، فإن ارتفاع القمر الصناعي عن سطح الأرض يساوي

٢.٦ × ١٠^٦ m (ب)

٢ × ١٠^٦ m (ا)

٣.٨ × ١٠^٦ m (د)

٣.٢ × ١٠^٦ m (ج)

٨ عجلة الجاذبية الأرضية عند سطح الأرض تقل إلى $\frac{1}{9}$ قيمتها على ارتفاع من سطح الأرض يساوي

٢ R (ب)

R (ا)

٩ R (د)

٣ R (ج)

٩ كوكب كتلته M ونصف قطره R وشدة مجال الجاذبية على سطحه g_1 ، يدور حوله قمر صناعي على ارتفاع h من سطح الكوكب وبسرعة مدارية v متأثر بعجلة جاذبية ناتجة عن الكوكب مقدارها g_2 ، فأى من الآتي يعبر عن كتلة الكوكب M ؟

$\frac{v^2(R+h)^2}{G}$ (ب)

$\frac{v(R+h)}{G}$ (ا)

$\frac{g_2(R+h)^2}{G}$ (د)

$\frac{g_1(R+h)^2}{G}$ (ج)

١٠ قمران صناعيان يدوران حول الأرض على نفس الارتفاع وكانت كتلة الأول ضعف كتلة الثاني، فإن النسبة بين سرعة الأول وسرعة الثاني تساوي

٢
١ (ب)

١
٤ (د)

١
١ (ا)

١
٢ (ج)

. أجب عما يأتي (١١ : ١٧) :

١١ كوكب كتلته أربع أمثال كتلة الأرض ونصف قطره أربع أمثال نصف قطر الأرض، احسب عجلة الجاذبية على سطحه. (علمًا بأن : عجلة الجاذبية على سطح الأرض = 9.8 m/s^2)

١٢ تظهر قوى التجاذب المادي بوضوح بين الأجرام السماوية بينما لا تظهر بوضوح بين شخصين يقفان على بُعد عدة أمتار من بعضهما، فسر ذلك.

١٣ جسمان A ، B كتلة كل منهما 10 kg والمسافة بينهما r وقوة التجاذب المادي بينهما F، احسب قوة التجاذب المادي بينهما بدلالة F إذا أخذ 5 kg من أحدهما وأضيفت للآخرى وقلت المسافة بينهما للنصف.

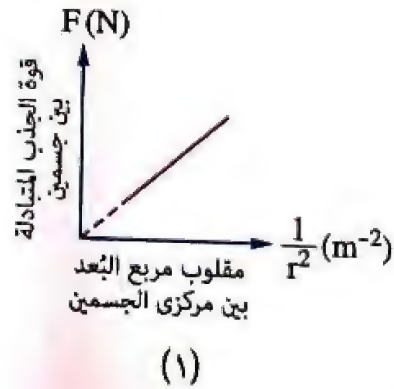
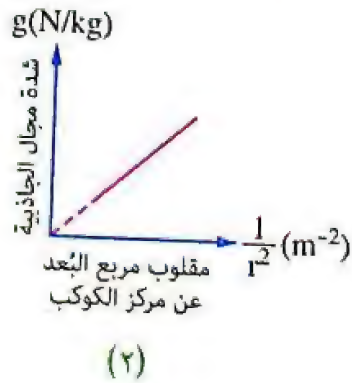
١٤ قمر صناعى يدور فى مدار دائرى على ارتفاع 1600 km من سطح الأرض،

أوجد الزمن الدورى للقمر.

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$, $\pi = 3.14$, $M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$, $R = 6400 \text{ km}$)

١٥ ماذا يحدث عندما تقل كتلة القمر الصناعى إلى النصف بالنسبة لسرعته المدارية ؟ مع ذكر السبب.

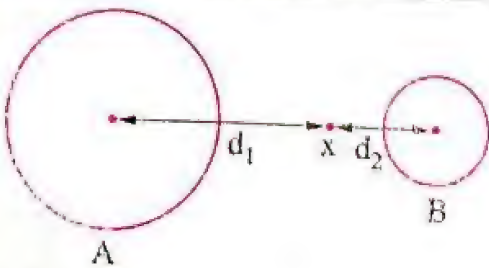
١٦ اكتب العلاقة الرياضية وما يساويه ميل الخط المستقيم لكل مما يأتى :



١٧ الشكل المقابل يوضح قمر B يدور حول كوكب A كتلته 100

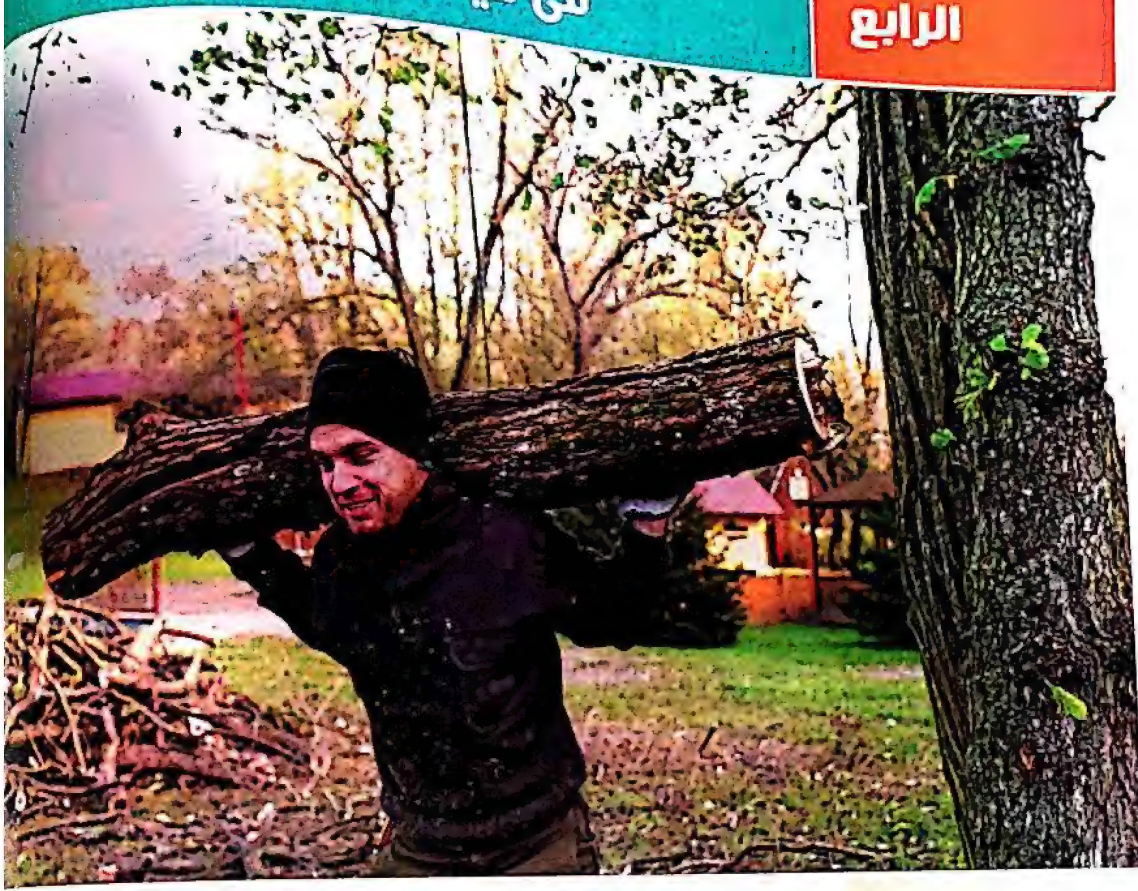
مرة كتلة القمر، فإذا تساوت قوة جذب القمر وقوة جذب الكوكب

لأى جسم موضوع عند النقطة X، احسب النسبة $\frac{d_1}{d_2}$



الشغل والطاقة في حياتنا اليومية

الباب الرابع



الشغل والطاقة.

الفصل 1

الدرس الأول : ◀ الشغل.

الدرس الثاني : ◀ الطاقة.

قانون بقاء الطاقة.

الفصل 2

مقدمة

- توجد الطاقة في الطبيعة في عدة صور مختلفة مثل الطاقة الحرارية والطاقة الكيميائية والطاقة الميكانيكية وغيرها ... وهذه الطاقة يمكن أن تتحول من صورة إلى أخرى، فما المقصود بالطاقة ؟ وما علاقتها بالشغل المبذول ؟



الفصل

1

الشغل والطاقة

اختبار

على
الفصل الأول

الدرس الأول

الشغل.

الدرس الثاني

الطاقة.

لوائح التعلم المتوقعة

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرا على أن :

- يفسر المعنى الفيزيائي للشغل.
- يستنتج أن الشغل كمية قياسية.
- يستنتج وحدات قياس الطاقة.
- يستنتج العلاقة الرياضية المستخدمة لحساب كل من طاقة الحركة وطاقة الوضع.
- يقارن بين طاقة الحركة وطاقة الوضع.
- يستنتج أن طاقة الوضع عبارة عن شغل مبدول.

الامتدادان فيزياء - ١ - ٥ - ترم ٢ - ج ١ - (٢٠ / ٢٠)



في هذا الدرس سوف نتعرف :

- ◀ العوامل التي يتوقف عليها الشغل المبذول.
- ◀ تأثير زاوية الميل على قيمة الشغل المبذول.
- ◀ حساب الشغل بيانياً.

الدرس الأول

يختلف المعنى الفيزيائي للشغل عن معناه في الحياة اليومية، فالشغل في الفيزياء، ليس معناه القيام بعمل نهني
أو عضلي شاق، فلكي تبذل شغلاً ما على جسم لابد أن يتحرك الجسم إزاحة ما نتيجة تأثير قوتك، وإذا لم يتحرك
الجسم فإنك لم تبذل شغلاً مهما كان مقدار القوة التي تؤثر بها على الجسم.

وبالتالي يرتبط الشغل بعاملين متلازمين (شروط بذل الشغل)، هما :

(١) أن تؤثر قوة معينة على الجسم.

(٢) أن يتحرك الجسم إزاحة معينة في نفس اتجاه عمل القوة.

ونوضح ذلك من خلال المثالين التاليين :

٢

الشخص الذي يحاول سحب الحائط لا يبذل شغلاً.



١

اللاعب الذي يرفع الأثقال لأعلى يبذل شغلاً.



لأن

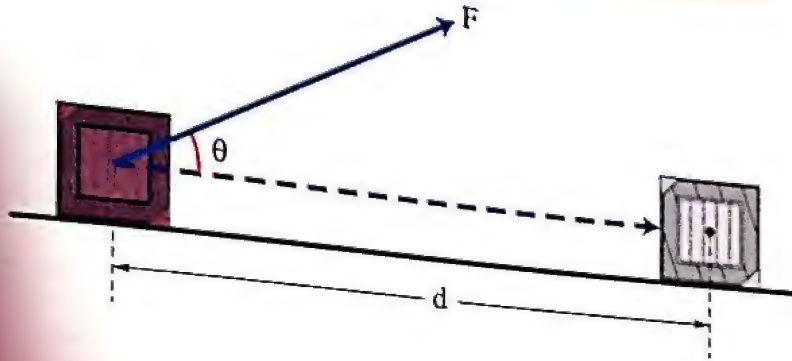
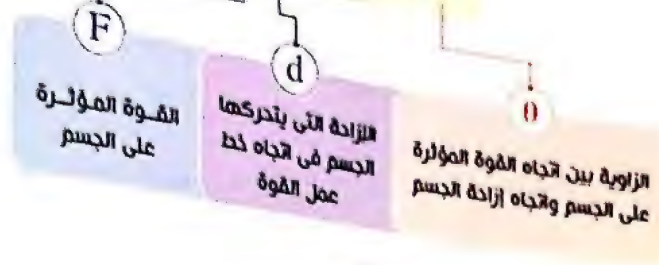
القوة التي تؤثر على الأثقال تحركها إلى أعلى مسافة ما في اتجاه القوة.
القوة التي تؤثر على الحائط لا تحركه (أي يظل الحائط ساكناً).

الاستنتاج

عندما تؤثر قوة على جسم ما فتتحركه إزاحة معينة في اتجاه خط عمل القوة يقال إن القوة تبذل شغلاً.

يتعين الشغل (W) من العلاقة

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = Fd \cos \theta$$



ML^2T^{-2}

وصيغة
أبعاده

أو جول (J)

N.m

وتكافئ

$kg.m^2/s^2$

هي

الشغل

وحدة
قياس

* مما سبق يمكن تعريف الشغل ووحدة قياسه الجول كالتالي :

الجول

الشغل المبذول بواسطة قوة مقدارها 1 N لتحريك جسم إزاحة مقدارها 1 m في اتجاه خط عمل القوة.

الشغل

حاصل ضرب القوة المؤثرة على جسم في إزاحته في اتجاه خط عمل القوة.

ملاحظة

* بالرغم من أن القوة والإزاحة كميتان متجهتان إلا أن الشغل كمية قياسية لأن الشغل هو حاصل الضرب القياسي لتجهتي القوة والإزاحة.

العوامل التي يتوقف عليها الشغل المبذول على الجسم :

القوة المؤثرة على الجسم :
يتناسب الشغل طرديًا مع
القوة عند ثبوت الإزاحة
والزاوية بين اتجاه كل
من القوة والإزاحة.

$$\text{slope} = \frac{\Delta W}{\Delta F} = d \cos \theta$$

إزاحة الجسم :
يتناسب الشغل طرديًا مع
الإزاحة عند ثبوت قيمة
القوة والزاوية بين اتجاه كل
من القوة والإزاحة.

$$\text{slope} = \frac{\Delta W}{\Delta d} = F \cos \theta$$

$$W = Fd \cos \theta$$

الزاوية بين اتجاه كل من القوة المؤثرة على الجسم وإزاحته :
يتناسب الشغل طرديًا مع جيب تمام الزاوية
بين اتجاه كل من القوة والإزاحة عند ثبوت
قيمة القوة والإزاحة.

$$\text{slope} = \frac{\Delta W}{\Delta \cos \theta} = Fd$$

تأثير زاوية الميل (θ) على قيمة الشغل المبذول

الشغل المبذول

- يكون الشغل المبذول قيمة عظمى موجبة حيث إن :
أي أنه عندما يكون اتجاه القوة في نفس
اتجاه الإزاحة يصبح الشغل المبذول قيمة
عظمى موجبة.

.. مثال : شخص يسحب جسم بقوة F
ويتحرك به مسافة d (كما بالشكل).

قيمة الزاوية (θ)

$$\theta = 0^\circ$$



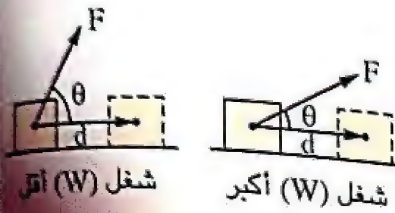
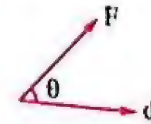
$$W = Fd \cos 0 = Fd$$





- الشغل المبذول قيمة موجبة ويرجع ذلك إلى أن :
الزاوية بين اتجاهي القوة (F) المؤثرة على الجسم
والإزاحة (d) أقل من 90° فيكون جيب تمام
الزاوية قيمة موجبة

$$0^\circ < \theta < 90^\circ$$

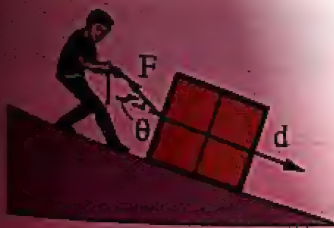
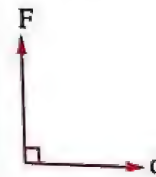


$$W = Fd \cos 90 = 0$$



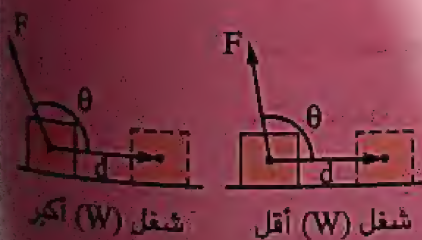
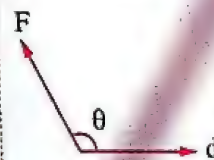
- يكون الشغل المبذول صفر حيث إن :
أي أنه عندما يكون اتجاه القوة (F) المؤثرة على
الجسم عمودياً على اتجاه إزاحة الجسم (d)
يصبح الشغل المبذول على الجسم منعدم.
- مثال : فتاة تحمل دلوًا وتسير به مسافة أفقية
حيث يكون اتجاه القوة التي تؤثر بها يد الفتاة
على الدلو عمودياً على اتجاه الحركة الأفقية للدلو
(كما بالشكل).

$$\theta = 90^\circ$$



- الشغل المبذول قيمة سالبة ويرجع ذلك إلى أن :
الزاوية بين اتجاهي القوة (F) المؤثرة على الجسم
والإزاحة (d) أكبر من 90° وأقل من 180° فيكون
جيب تمام الزاوية قيمة سالبة.

$$180^\circ > \theta > 90^\circ$$



- مثال : شخص يحاول سحب جسم وهو يتحرك
عكس اتجاه خط عمل القوة (كما بالشكل).
- ملحوظة : كلما زاد قياس الزاوية theta بين
اتجاهي القوة والإزاحة من 90° إلى 180°
يزداد جيب تمام الزاوية فيزداد
الشغل المبذول بواسطة نفس القوة إذا
حدثت للجسم نفس الإزاحة.

$$W = Fd \cos 180^\circ = -Fd$$



- يكون الشغل المبذول قيمة مظمى سالبة حيث إن :

أى أنه عندما يكون اتجاه القوة (F) المؤثرة على الجسم فى عكس اتجاه إزاحته (d) يصبح الشغل المبذول قيمة مظمى سالبة.

- مثال : الشغل المبذول بواسطة قوى الاحتكاك (مثل قوة الفرامل).

$$\theta = 180^\circ$$



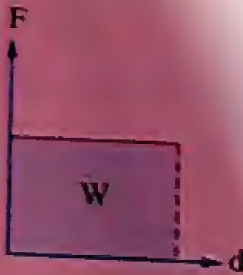
10 اختبار نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

يستطيع القمر الصناعى البقاء فى مداره الدائرى حول الأرض دون الحاجة إلى استهلاك أى كمية من الوقود حيث لا يوجد شغل مبذول عليه لأن القوة المؤثرة على القمر

- تؤثر فى نفس اتجاه حركته
- تؤثر فى اتجاه معاكس لاتجاه حركته
- تؤثر فى اتجاه عمودى على اتجاه حركته
- تساوى صفراً

حساب الشغل بيانياً



* يمكن حساب الشغل بيانياً باستخدام منحنى (القوة - الإزاحة)، كالتالى :
إذا أثرت قوة F على جسم فسببت له إزاحة d فى نفس اتجاه القوة المؤثرة
فإن $(\theta = 0^\circ)$,

وعند تمثيل العلاقة بين (القوة - الإزاحة) بيانياً نحصل على الشكل المقابل :

$$\therefore \text{الشغل} = \text{القوة} \times \text{الإزاحة}$$

$$\therefore \text{الشغل (بيانياً)} = \text{المساحة تحت منحنى (القوة - الإزاحة)}$$



جيمس جول

علماء أقادوا البشرية / جيمس جول (1818 - 1889) م :

* يعتبر العالم الإنجليزى جيمس جول من أوائل من أدركوا أن الشغل الميكانيكى يولد طاقة حرارية، ففى إحدى تجاربه وجد أن درجة حرارة الماء أسفل الشلال أكبر منها فى أعلى الشلال مما يثبت أن جزء من طاقة المياه الساقطة تحول إلى حرارة.

- مثال ١** أثرت قوة F على جسم فإزاحته مسافة d في اتجاه خط عملها، فإن أكبر قيمة للشغل المبذول على الجسم عندما يكون قياس الزاوية بين اتجاهي القوة والإزاحة يساوي
- ١ 30° ٢ 45° ٣ 60° ٤ 90°

$$\therefore W = Fd \cos \theta$$

الحل

∴ كلما قل قياس الزاوية θ زادت قيمة جيب تمامها فتزداد قيمة الشغل المبذول.

∴ الاختيار الصحيح هو ١

ماذا لو كان المطلوب حساب النسبة بين قيمتي الشغل المبذول على الجسم عندما يكون قياس الزاوية بين اتجاهي القوة والإزاحة 30° ، 60° على الترتيب، ما إجابتك ؟

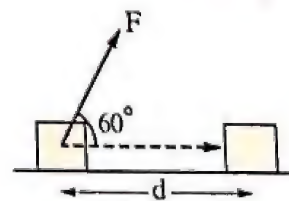
لو

- مثال ٢** عربة حديقة كتلتها 20 kg تتحرك إزاحة أفقية 4 m تحت تأثير قوة محصلة مقدارها 50 N تصنع زاوية مقدارها 60° مع الأفقى، فإن الشغل المبذول بواسطة القوة المحصلة يساوي
- ١ 80 J ٢ 100 J ٣ $100\sqrt{3} \text{ J}$ ٤ 200 J

الحل

$$m = 20 \text{ kg} \quad d = 4 \text{ m} \quad F = 50 \text{ N} \quad \theta = 60^\circ \quad W = ?$$

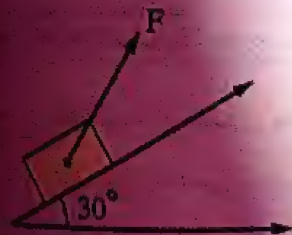
$$W = Fd \cos \theta = 50 \times 4 \times \cos 60 = 100 \text{ J}$$

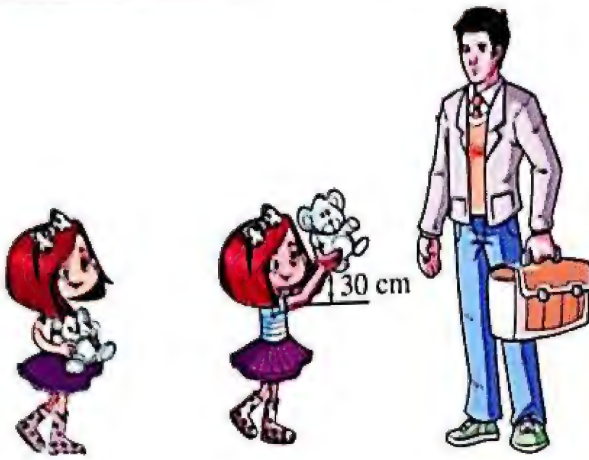


∴ الاختيار الصحيح هو ٢

ماذا لو كان المطلوب حساب الشغل الذي تبذله نفس القوة المحصلة (مقدارًا واتجاهًا) على العربة إذا كانت إزاحة العربة 8 m على مستوى مائل يصنع زاوية 30° مع الأفقى، ما إجابتك ؟

لو





الشكل المقابل يوضح طفلة تحمل لعبة كتلتها 300 g وتتحرك بها إزاحة مقدارها 10 m في الاتجاه الأفقي ثم قامت برفع اللعبة رأسياً إلى أعلى مسافة 30 cm ليراها والدها، فإن :
(علماً بأن : $g = 10 \text{ m/s}^2$)

(١) الشغل الذي تبذله يد الطفلة على اللعبة قبل رفعها يساوى

0 (أ) 0.3 J (ب)

3 J (ج) 3000 J (د)

(٢) الشغل الذي تبذله يد الطفلة على اللعبة بعد رفعها لأعلى يساوى

0 (أ) 0.3 J (ب) 0.9 J (ج) 90 J (د)

الحل

$$m = 300 \text{ g}$$

$$d_1 = 10 \text{ m}$$

$$d_2 = 30 \text{ cm}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$W_1 = ?$$

$$W_2 = ?$$

(١) ∴ القوة المؤثرة على اللعبة عمودية على إزاحتها.

$$\therefore W_1 = 0$$

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

(٢)

$$F = mg = 300 \times 10^{-3} \times 10 = 3 \text{ N}$$



التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة كسور ومضاعفات الوحدات
بند (١) صفحة (١٢).

∴ القوة والإزاحة في نفس الاتجاه.

$$\therefore \theta = 0$$

$$W_2 = Fd_2 \cos \theta = 3 \times 30 \times 10^{-2} \times \cos 0 = 0.9 \text{ J}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

قام شخص بربط اللعبة بخيط طوله 0.5 m وقام بتدويرها في مسار دائري أفقي بسرعة خطية ثابتة مقدارها 0.5 m/s، ما الشغل المبذول على اللعبة بواسطة قوة الشد في الخيط خلال دورة كاملة ؟

ماذا لو

سؤال ٤ جسم يتحرك بسرعة منتظمة 5 m/s لمدة 10 s على سطح أفقى خشن، فإذا علمت أن قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح 60 N فإن الشغل المبذول لتحريك الجسم خلال تلك الفترة يساوى

- (أ) 0
(ب) 30 J
(ج) 120 J
(د) 3000 J

$v = 5 \text{ m/s}$ $t = 10 \text{ s}$ $F_{\text{احتكاك}} = 60 \text{ N}$ $W = ?$

$d = vt = 5 \times 10 = 50 \text{ m}$

∴ الجسم يتحرك بسرعة منتظمة.
∴ القوة الأفقية المؤثرة على الجسم = قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح = 60 N
 $W = Fd = F_{\text{احتكاك}} d = 60 \times 50 = 3000 \text{ J}$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو زاد مقدار القوة الأفقية المؤثرة على الجسم بمقدار 10 N، ماذا يحدث للشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المحصلة المؤثرة عليه عند تحركه نفس الإزاحة ؟

سؤال ٥ قوة ثابتة أفقية مقدارها 100 N أثرت على جسم ساكن موضوع على سطح أفقى فحركته أفقياً لتصبح سرعته بعد 5 s تساوى 20 m/s، فإن الشغل الذى بذلته هذه القوة بعد مرور 5 s من بداية الحركة مع إهمال تأثير قوة الاحتكاك يساوى

- (أ) $5 \times 10^3 \text{ J}$
(ب) 10^3 J
(ج) 10^4 J
(د) $2.5 \times 10^4 \text{ J}$

$F = 100 \text{ N}$ $v_i = 0$ $t = 5 \text{ s}$ $v_f = 20 \text{ m/s}$ $W = ?$

وسيلة مساعدة

∴ الجسم يتأثر بقوة ثابتة.
∴ الجسم يتحرك بعجلة منتظمة، وبالتالي يمكن حساب إزاحته من خلال معادلات الحركة بعجلة منتظمة أو باستخدام السرعة المتوسطة.

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{20 - 0}{5} = 4 \text{ m/s}^2$$

$$d = v_i t + \frac{1}{2} a t^2 = 0 + \left(\frac{1}{2} \times 4 \times (5)^2 \right) = 50 \text{ m}$$

$$W = Fd = 100 \times 50 = 5 \times 10^3 \text{ J}$$

$$\bar{v} = \frac{d}{t} = \frac{v_f + v_i}{2}$$

$$\frac{d}{5} = \frac{20 + 0}{2} \quad , \quad d = 50 \text{ m}$$

$$W = Fd = 100 \times 50 = 5 \times 10^3 \text{ J}$$

من المعادلة الأولى للحركة :

من المعادلة الثانية للحركة :

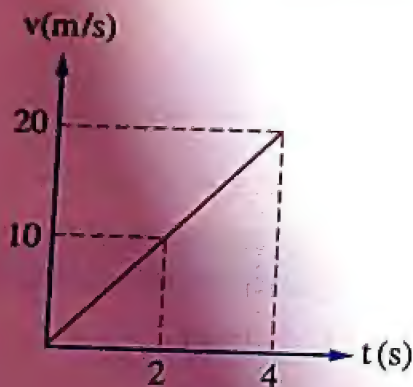
خط آخر :

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

كانت قوة احتكاك الجسم مع السطح غير مهمة ومقدارها 10 N وتحرك الجسم نفس الإزاحة. ما الشغل المبذول بواسطة القوة المحصلة على الجسم ؟

ماذا لو

مثال ٦



جسم ساكن كتلته 2 kg موضوع على سطح أفقى مهمل الاحتكاك أثرت عليه قوة أفقية ثابتة (F) فحركته فى خط مستقيم والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين السرعة (v) للجسم والزمن (t)، فيكون مقدار الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة (F) خلال 4 s من بدء الحركة هو

(ب) 40 J

(أ) 10 J

(د) 400 J

(ج) 100 J

الحل

$$m = 2 \text{ kg}$$

$$t = 4 \text{ s}$$

$$W = ?$$

$$a = \text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - 0}{4 - 0} = 5 \text{ m/s}^2$$

$$F = ma = 2 \times 5 = 10 \text{ N}$$



التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة كيفية حساب ميل الخط المستقيم

بند (٧) صفحة (١٦).

$$d = v_i t + \frac{1}{2} a t^2 \quad v_i = 0$$

$$d = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times (4)^2 = 40 \text{ m}$$

$$W = Fd = 10 \times 40 = 400 \text{ J}$$

من المعادلات الحركية

الاختيار الصحيح هو

ماذا لو زاد مقدار القوة (F) المؤثرة على الجسم، ماذا يحدث للشغل المبذول على الجسم بواسطة هذه القوة عند تحريك نفس الإزاحة؟

مثال ٧ انطلق قطاران A ، B كتليهما m ، 2 m على الترتيب من السكون في خط مستقيم فقطعوا نفس المسافة خلال نفس الزمن، فإن النسبة بين مقدارى الشغل الذى تبذله القوة المحصلة المؤثرة على كل من القطارين $\left(\frac{W_A}{W_B}\right)$ هي

- ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

$m_A = m$	$m_B = 2m$	$\frac{W_A}{W_B} = ?$
-----------	------------	-----------------------

الحل

∴ القطاران بدءا الحركة من السكون وقطعا نفس المسافة خلال نفس الزمن.

∴ عجلة تحرك القطاران متساوية.

$$a_A = a_B$$

$$F = ma$$

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{m_A}{m_B} = \frac{m}{2m} = \frac{1}{2}$$

$$W = Fd$$

التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة التناسب الطردى بند (٦) صفحة (١٥).

$$\frac{W_A}{W_B} = \frac{F_A}{F_B} = \frac{1}{2}$$

∴ القطاران قطعوا نفس المسافة.

∴ الاختيار الصحيح هو ب

ماذا لو كان المطلوب إيجاد النسبة بين كميتى تحرك القطارين $\left(\frac{P_A}{P_B}\right)$ فى نهاية الرحلة، ما إجابته؟

جسم كتلته m يتحرك بسرعة v_i ، فإذا أثرت على الجسم قوة (F) غيرت سرعته من v_i إلى v_f فإن الشغل المبذول على الجسم بواسطة هذه القوة يساوى

① $\frac{1}{2} m v_f^2$

② $\frac{1}{2} m v_i^2$

③ $\frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$

④ $\frac{1}{2} m (v_f^2 + v_i^2)$

الحل

من المعادلة الثالثة للحركة :

$$v_f^2 - v_i^2 = 2 a d$$

$$d = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2 a}$$

$$\therefore F = m a$$

$$\therefore W = F d$$

$$\therefore W = m a \frac{v_f^2 - v_i^2}{2 a}$$

$$W = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

\therefore الاختيار الصحيح هو ③

علمت أن السرعة المتوسطة للجسم خلال تلك الفترة هي \bar{v} ، فإن النسبة بين الشغل المبذول لتحريك الجسم

بواسطة القوة (F) والتغير في كمية تحرك الجسم خلال تلك الفترة $\left(\frac{W}{\Delta P}\right)$ تساوى

① $\frac{\bar{v}}{2}$

② \bar{v}

③ $2 \bar{v}$

④ $4 \bar{v}$

ماذا لو

جسم كتلته 10 kg يتحرك بسرعة منتظمة على مستوى أملس يميل بزاوية 30° على الأفقى تحت تأثير قوة (F) اتجاهها موازى للمستوى المائل ولأعلى، عند تحرك الجسم إزاحة 20 m لأعلى المستوى يكون الشغل المبذول على الجسم بواسطة هذه القوة هو

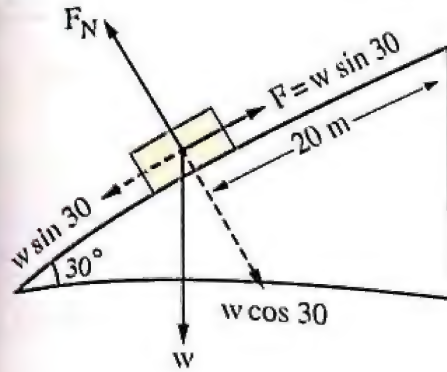
① 100 J

② 200 J

③ 1000 J

④ 2000 J

$$m = 10 \text{ kg} \quad \theta = 30^\circ \quad d = 20 \text{ m} \quad g = 10 \text{ m/s}^2 \quad W = ?$$



وسيلة مساعدة

- علما يكون الجسم موضوع على مستوى مائل أملس.
- تعمل قوة مقدارها $w \sin \theta$ على جذبها لأسفل المستوى حيث (w) وزن الجسم.
- يلزم لتحريك الجسم بسرعة منتظمة إلى أعلى المستوى التأثير عليه بقوة مماثلة مقدارها $w \sin \theta$ في الاتجاه المعاكس (اتجاه الإزاحة).



التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة تحليل المتجهات بند (٨) صفحة (١٨).

$$\begin{aligned} \therefore W &= Fd \\ &= (w \sin \theta) d \\ &= mgd \sin \theta \\ &= 10 \times 10 \times 20 \times \sin 30 = 1000 \text{ J} \end{aligned}$$

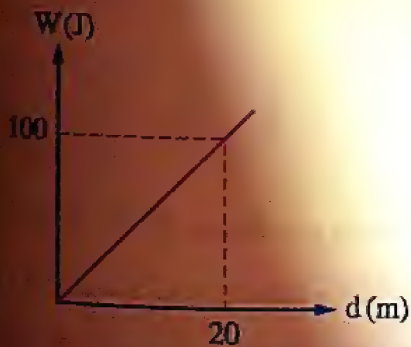
∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

كان المستوى يميل على الأفقى بزاوية أكبر من 30° ، هل يُبذل على الجسم شغل أكبر ليتحرك نفس الإزاحة؟

ماذا لو

١١ اختر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :



* الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين الشغل المبذول (W) بواسطة قوة (F) والإزاحة (d)، فإذا كانت الزاوية بين متجهي القوة والإزاحة 30° فإن مقدار القوة (F) يساوى

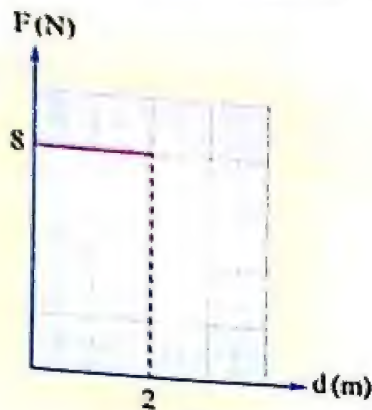
١) 4.33 N

٢) 5 N

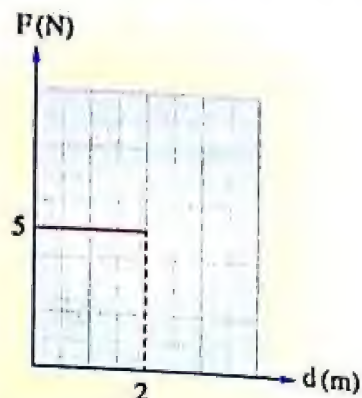
٣) 5.77 N

٤) 10 N

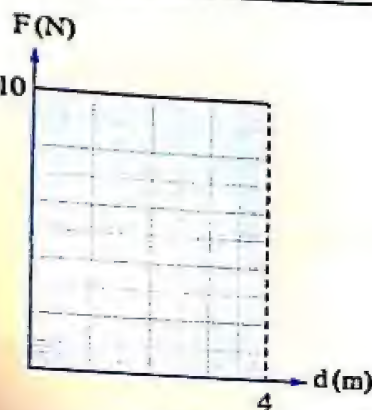
٢ مجموعة من الأجسام المتحركة يتأثر كل منها بقوة مختلفة (F) والأشكال البيانية التالية تمثل العلاقة بين القوة (F) المؤثرة على كل منها والإزاحة (d) الحادثة لها، أى من هذه الأجسام يُبذل عليه شغل أكبر ؟



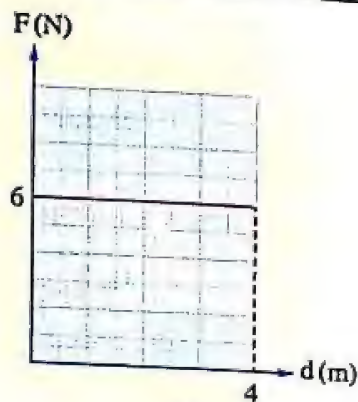
(ب)



(أ)



(د)



(ج)

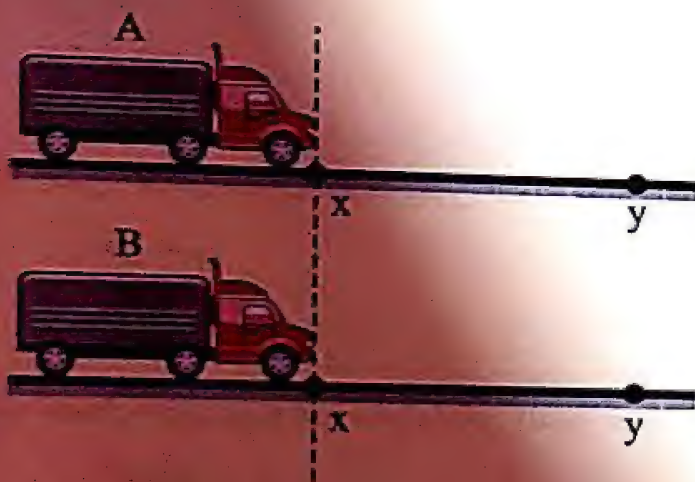
٣ تسارعت شاحنتان متماثلتان A ، B من السكون فى خط مستقيم ليقطعا مسافة معينة xy فى نفس الزمن، فإذا كانت الشاحنة A كاملة الحمولة بينما الشاحنة B بدون حمولة، فإهمال الفرق فى الاحتكاك بين الشاحنتين مع الطريق أى الكميات الفيزيائية الآتية تكون متساوية للشاحنتين ؟

(أ) الشغل المبذول بواسطة المحرك

(ب) كمية التحرك للشاحنتين عند النقطة (y)

(ج) العجلة التى تحركت بها كل من الشاحنتين

(د) القوة المحصلة المؤثرة على كل من الشاحنتين



أسئلة الاختيار من متعدد

أولاً

قيم نفسك

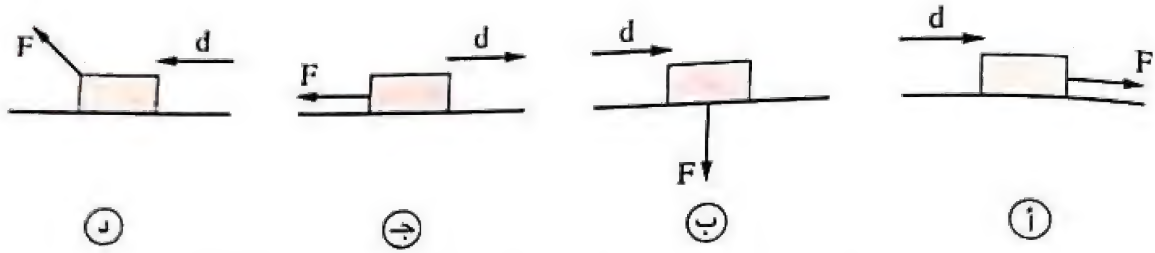


- ١ صيغة أبعاد الشغل هي
 (أ) ML^2T^{-2}
 (ب) MLT^{-1}
 (ج) MLT^{-2}
 (د) MLT
- ٢ ما الكمية الفيزيائية التي تكون وحدة قياسها $N.m$ ؟
 (أ) العجلة
 (ب) القوة
 (ج) الشغل
 (د) كمية التحرك
- ٣ عندما يدفع شخص حائطاً ولا يستطيع تحريكه، فإن القوة التي يؤثر بها الشخص على الحائط
 (أ) تساوي صفر
 (ب) لم تبذل شغلاً
 (ج) تبذل شغلاً موجباً
 (د) تبذل شغلاً سالباً
- ٤ * قوة أفقية مقدارها 20 N أثرت على عربة فحركتها مسافة أفقية 3.5 m ، فإن الشغل المبذول لدفع العربة
 (أ) يساوي
 (ب) 0
 (ج) 70 J
 (د) 140 J
 (هـ) 35 J
- ٥ يكون الشغل سالب عندما يكون اتجاه الإزاحة اتجاه القوة.
 (أ) في نفس
 (ب) عمودي على
 (ج) عكس
 (د) يميل بزاوية حادة على
- ٦ الشغل الذي تبذله قوة الفرامل في السيارة
 (أ) موجب
 (ب) سالب
 (ج) يساوي صفر
 (د) قد يكون موجب أو سالب
- ٧ يكون الشغل المبذول أكبر ما يمكن إذا كان اتجاه القوة المؤثرة على الجسم يصنع مع اتجاه الإزاحة
 (أ) زاوية تساوي
 (ب) 90°
 (ج) 30°
 (د) 60°
 (هـ) 0°

٤ عندما تكون الزاوية بين اتجاه القوة الثابتة المؤثرة على جسم واتجاه الإزاحة التي أحدثتها هذه القوة تساوي صفر، فإن الشغل الذي تبذله القوة على الجسم يكون

- ١ صفر
٢ قيمة عظمى سالبة
٣ قيمة عظمى موجبة
٤ لا يمكن تحديد الإجابة

٥ قوة ثابتة F تؤثر على جسم فتحرّكه إزاحة d ، فإن الشغل المبذول بواسطة القوة (F) يكون قيمة عظمى سالبة في الشكل



٦ عندما تسقط كرة سقوطاً حراً، فإن الشغل الذي تبذله قوة الجاذبية عليها يكون

- ١ موجباً
٢ سالباً
٣ صفرًا
٤ لانهائي

٧ قُذِفَت كرة رأسياً إلى أعلى حتى وصلت إلى أقصى ارتفاع ثم عادت إلى نقطة القذف، فإن إشارة الشغل الذي بذلته قوة الجاذبية على الكرة أثناء صعودها وأثناء هبوطها على الترتيب هي

أثناء الصعود	أثناء الهبوط
١ موجبة	موجبة
٢ سالبة	سالبة
٣ موجبة	سالبة
٤ سالبة	موجبة

٨ * قوة مقدارها 100 N أثرت على جسم فحدثت له إزاحة قدرها 2.5 m، فإن الشغل الذي تبذله هذه القوة إذا كانت :

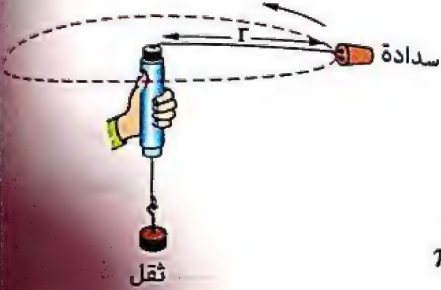
- ١ في اتجاه حركة الجسم يساوي
٢ تميل بزاوية 60° على اتجاه الحركة يساوي
- ١ 0
٢ 125 J
٣ 217 J
٤ 250 J

- ١ 0
٢ 125 J
٣ 217 J
٤ 250 J

١٢. يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة نتيجة تأثيره بقوة محصلة مقدارها 40 N، فإذا كان مقدار إزاحة الجسم في لحظة معينة 10 m فإن الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المركزية يساوي
- (أ) 0 J (ب) 4 J (ج) 40 J (د) 400 J



١٣. السهم في الشكل المقابل يوضح اتجاه القوة التي تؤثر بها الأرض على القمر الصناعي، فإن القمر الصناعي
- (أ) يُبذل عليه شغل، لأن اتجاه الحركة مماس للمسار الدائري
(ب) يُبذل عليه شغل، لأن اتجاه القوة في نفس اتجاه الحركة
(ج) لا يُبذل عليه شغل، لأن اتجاه القوة عمودي على اتجاه الحركة
(د) لا يُبذل عليه شغل، لأن محصلة القوى المؤثرة على القمر الصناعي تساوي صفر



١٤. في الشكل المقابل سداة كتلتها (m) تتحرك حركة دائرية منتظمة في مستوى أفقي، فإن الشغل المبذول بواسطة القوة الجاذبة المركزية على السداة خلال نصف دورة (حيث: g عجلة الجاذبية الأرضية) يساوي
- (أ) 0 (ب) πmv^2 (ج) $2 \pi mv^2$ (د) $2 \pi mg$

١٥. طفل كتلته 40 kg يتحرك أفقياً في صالة التزلج، فيكون الشغل الذي تبذله قوة وزنه عندما يقطع مسافة 20 m هو
- (أ) 0 J (ب) 800 J (ج) 4000 J (د) 8000 J



١٦. السهم في الشكل المقابل يوضح اتجاه القوة التي يرفع بها الشخص صندوق، فإن الشخص
- (أ) يبذل شغل على الصندوق، لأن القوة المؤثرة على الصندوق أقل من وزنه
(ب) يبذل شغل على الصندوق، لأن القوة المؤثرة على الصندوق في نفس اتجاه إزاحته
(ج) لا يبذل شغل على الصندوق، لأن إزاحة الصندوق في عكس اتجاه وزنه
(د) لا يبذل شغل على الصندوق، لأن القوة المؤثرة على الصندوق عمودية على اتجاه إزاحته

طالب استغرق زمن t ليرفع صندوق كتلته m من الأرض ويضعه فوق مكتبه على ارتفاع h ، فإذا علمت أن عجلة الجاذبية g ، فإن مقدار الشغل (W) الذي يبذله الطالب يساوى

- (أ) mgt (ب) hgt
(ج) mgh (د) mht

أي القوى التالية تبذل شغلاً على الجسم الذى تؤثر عليه ؟

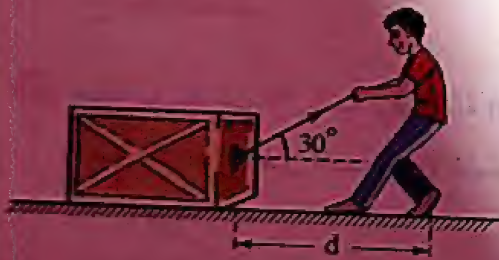
- (أ) قوة الجاذبية على قطار يسير فى طريق أفقى مستقيم
(ب) قوة جذب النواة على الإلكترون فى ذرة الهيدروجين
(ج) القوة التى يدفع بها طفل شجرة ضخمة ثابتة
(د) قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق عند استخدام الفرامل

أي القوى التالية لا تبذل شغلاً فى جميع الحالات على الجسم الذى تؤثر عليه ؟

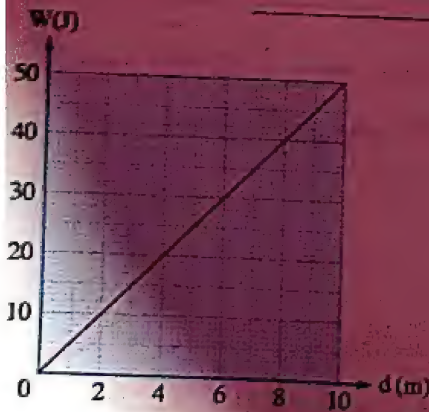
- (أ) قوة الجاذبية الأرضية (ب) القوة المغناطيسية
(ج) قوة الجذب المركزى (د) قوة الاحتكاك

عندما يتحرك صندوق مسافة d فى اتجاه يميل على اتجاه

القوة المؤثرة عليه بزاوية 30° كما بالشكل، فإن الشغل المبذول على الصندوق بواسطة هذه القوة يساوى



- (أ) صفر (ب) Fd
(ج) $\frac{1}{2} Fd$ (د) $\frac{\sqrt{3}}{2} Fd$



* الشكل المقابل يوضح العلاقة البيانية بين الشغل (W)

المبذول على جسم والإزاحة الأفقية (d) التى حدثت له بتأثير قوة محصلة أفقية ثابتة، فإن مقدار القوة المحصلة

المؤثرة على الجسم يساوى

- (أ) 1 N (ب) 2 N
(ج) 5 N (د) 10 N

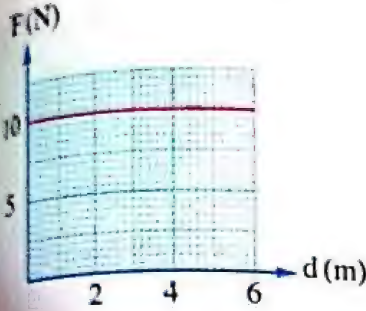
* موتور سيكل كتلته 200 kg يتحرك فى خط مستقيم تحت تأثير قوة موتور قدرها 500 N ، فإذا كانت قوى الاحتكاك 100 N لكل 100 kg من كتلة الموتوسيكل فإن الشغل المبذول بواسطة القوة المحصلة على

الموتوسيكل عندما يسير مسافة قدرها 50 m يساوى

- (أ) $15 \times 10^3\text{ J}$ (ب) $20 \times 10^3\text{ J}$
(ج) $25 \times 10^3\text{ J}$ (د) $35 \times 10^3\text{ J}$

11 * قوة محصلة مقدارها 200 N أثرت على جسم ساكن كتلته 50 kg فحركته في نفس اتجاهها. فإن الشغل المبذول بفعل هذه القوة خلال فترة زمنية 5 s يساوى

- (أ) 0.8 kJ
(ب) 1.2 kJ
(ج) 5 kJ
(د) 10 kJ



12 الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين القوة الأفقية (F) التي تؤثر على جسم ومقدار الإزاحة الأفقية (d) بفعل القوة، فيكون الشغل المبذول على الجسم بواسطة تلك القوة عندما تكون إزاحته 6 m هو

- (أ) 20 J
(ب) 40 J
(ج) 50 J
(د) 60 J

13 إذا زاد مقدار القوة المؤثرة على جسم للضعف بحيث تكون له نفس الإزاحة في نفس الاتجاه فإن الشغل المبذول

- (أ) يزداد إلى أربعة أمثال
(ب) يزداد للضعف
(ج) يقل للنصف
(د) يظل ثابتاً

14 فتاة استغرقت 30 ثانية لرفع كتلة m إلى ارتفاع h، بينما استغرق أخاها 10 ثوان فقط لرفع نفس الكتلة لنفس الارتفاع، فإن النسبة بين الشغل الذي بذله كل منهما على الترتيب تساوى

- (أ) 1 : 1
(ب) 1 : 3
(ج) 3 : 1
(د) 1 : 6

15 جسم كتلته 2 kg يسقط سقوطاً حراً رأسياً إلى أسفل من ارتفاع 5 m فوق سطح الأرض، فإنه عند وصول الجسم لسطح الأرض يكون الشغل الكلى المبذول عليه بواسطة قوة الجاذبية الأرضية يساوى

($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- (أ) 0 J
(ب) 10 J
(ج) 20 J
(د) 100 J

16 فى الشكل المقابل فتاة تسير فى مسار أفقى مستقيم لمسافة 6 m وهى تحمل حقيبة وزنها 10 N، ثم صعدت سلم لتصل للدور الثانى على ارتفاع رأسى 8 m، فيكون الشغل الكلى الذى بذلته الفتاة على الحقيبة يساوى

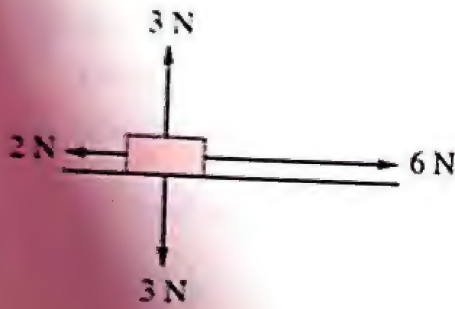
- (أ) 60 J
(ب) 80 J
(ج) 100 J
(د) 140 J





١٥ تدفع أم عربية طفلتها بسرعة ثابتة على طريق مستقيم أفقى بقوة تصنع مع الأفقى زاوية 60° ، فإذا كانت العربة تتعرض لقوة احتكاك مقدارها 20 N فإن الشغل المبذول بواسطة الأم لتقطع العربة مسافة 5 m يساوى

- (أ) 100 J (ب) 80 J (ج) 50 J (د) 40 J



١٦ الشكل المقابل يوضح أربع قوى تؤثر على جسم موضوع على سطح أفقى، فإذا تسببت هذه القوى فى إزاحة الجسم أفقياً 1 m فإن الشغل الذى تبذله القوة المحصلة على الجسم يساوى

- (أ) 2 J (ب) 4 J (ج) 8 J (د) 14 J



١٧ جسم يتحرك تحت تأثير قوتين على سطح أفقى كما بالشكل، فإذا كان مقدار الشغل المبذول بواسطة القوة المحصلة لإزاحة الجسم أفقياً بمقدار 30 m هو 300 J ، فإن قياس الزاوية (θ) بين اتجاهى القوتين يساوى

- (أ) 100° (ب) 120° (ج) 150° (د) 160°

١٨ فى تجربة جاليليو التى قام فيها بإسقاط جسمين لهما نفس الحجم ومختلفين فى الكتلة من قمة برج بيزا رأسياً إلى سطح الأرض كان مقدار الشغل الذى تبذله قوة الجاذبية الأرضية

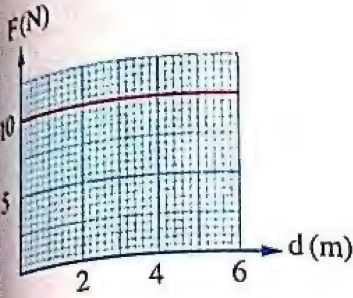
- (أ) أكبر على الجسم الأثقل (ب) أقل على الجسم الأثقل (ج) متساوى على الجسمين (د) يساوى صفر على الجسمين

٢٤ * قوة محصلة مقدارها 200 N أثرت على جسم ساكن كتلته 50 kg فحركته في نفس اتجاهها فإن الشغل المبذول بفعل هذه القوة خلال فترة زمنية 5 s يساوى

- (أ) 0.8 kJ
(ب) 1.2 kJ
(ج) 5 kJ
(د) 10 kJ

٢٥ الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين القوة الأفقية (F) التي تؤثر على جسم ومقدار الإزاحة الأفقية (d) بفعل القوة، فيكون الشغل المبذول على الجسم بواسطة تلك القوة عندما تكون إزاحته 6 m هو

- (أ) 20 J
(ب) 40 J
(ج) 50 J
(د) 60 J



٢٦ إذا زاد مقدار القوة المؤثرة على جسم للضعف بحيث تكون له نفس الإزاحة في نفس الاتجاه فإن الشغل المبذول

- (أ) يزداد إلى أربعة أمثال
(ب) يزداد للضعف
(ج) يقل للنصف
(د) يظل ثابتاً

٢٧ فتاة استغرقت 30 ثانية لرفع كتلة m إلى ارتفاع h، بينما استغرق أخاها 10 ثوان فقط لرفع نفس الكتلة لنفس الارتفاع، فإن النسبة بين الشغل الذي بذله كل منهما على الترتيب تساوى

- (أ) 1 : 1
(ب) 1 : 3
(ج) 3 : 1
(د) 1 : 6

٢٨ جسم كتلته 2 kg يسقط سقوطاً حراً رأسياً إلى أسفل من ارتفاع 5 m فوق سطح الأرض، فإنه عند وصول الجسم لسطح الأرض يكون الشغل الكلى المبذول عليه بواسطة قوة الجاذبية الأرضية يساوى

- (أ) 0
(ب) 10 J
(ج) 20 J
(د) 100 J

٢٩ فى الشكل المقابل فتاة تسير فى مسار أفقى مستقيم لمسافة 6 m وهى تحمل حقيبة وزنها 10 N، ثم صعدت سلم لتصل للدور الثانى على ارتفاع رأسى 8 m، فيكون الشغل الكلى الذى بذلته الفتاة على الحقيبة يساوى

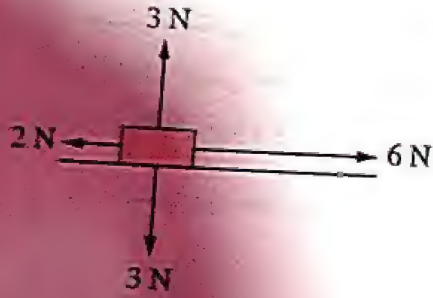
- (أ) 60 J
(ب) 80 J
(ج) 100 J
(د) 140 J





٢٠ تدفع أم عربة طفلتها بسرعة ثابتة على طريق مستقيم أفقى بقوة تصنع مع الأفقى زاوية 60° ، فإذا كانت العربة تتعرض لقوة احتكاك مقدارها 20 N فإن الشغل المبذول بواسطة الأم لتقطع العربة مسافة 5 m يساوى

- ① 100 J ② 80 J
③ 50 J ④ 40 J



٢١ الشكل المقابل يوضح أربع قوى تؤثر على جسم موضوع على سطح أفقى، فإذا تسببت هذه القوى فى إزاحة الجسم أفقياً 1 m فإن الشغل الذى تبذله القوة المحصلة على الجسم يساوى

- ① 2 J ② 4 J
③ 8 J ④ 14 J



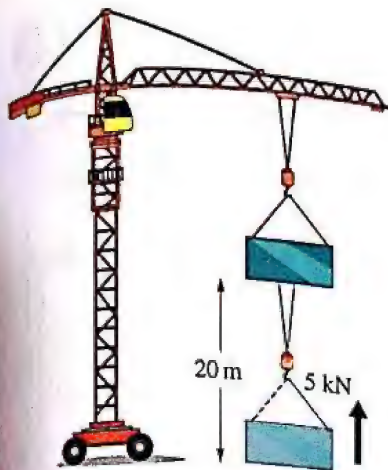
٢٢ جسم يتحرك تحت تأثير قوتين على سطح أفقى كما بالشكل، فإذا كان مقدار الشغل المبذول بواسطة القوة المحصلة لإزاحة الجسم أفقياً بمقدار 30 m هو 300 J ، فإن قياس الزاوية (θ) بين اتجاهى القوتين يساوى

- ① 100° ② 120°
③ 150° ④ 160°

٢٣ فى تجربة جاليليو التى قام فيها بإسقاط جسمين لهما نفس الحجم ومختلفين فى الكتلة من قمة برج بيزا رأسياً إلى سطح الأرض كان مقدار الشغل الذى تبذله قوة الجاذبية الأرضية

- ① أكبر على الجسم الأثقل
② أقل على الجسم الأثقل
③ متساوى على الجسمين
④ يساوى صفر على الجسمين

تحليل



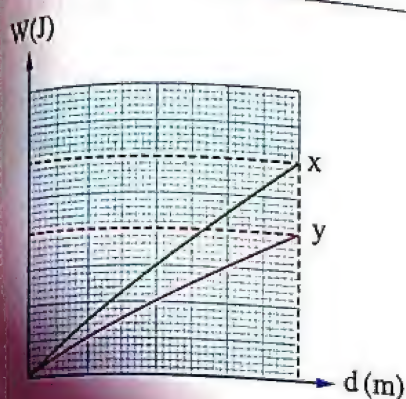
الشكل المقابل يوضح رافعة تؤثر بقوة 5 kN على صندوق لترفعه من سطح الأرض إلى ارتفاع 20 m، فإن الشغل المبذول على الصندوق بواسطة الرافعة يساوى

0 (أ)

10^3 J (ب)

5×10^3 J (ج)

10^5 J (د)



قوتان ثابتتان تؤثران على جسمين x، y لهما نفس الكتلة والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الشغل المبذول (W) بواسطة كل قوة والإزاحة (d) لكل جسم منهما، فإن :
(١) النسبة بين مقدارى القوتين $\frac{F_x}{F_y}$ تساوى

$\frac{3}{1}$ (ب)

$\frac{3}{2}$ (د)

$\frac{1}{2}$ (أ)

$\frac{2}{1}$ (ج)

(٢) النسبة بين مقدارى العجلة التى يتحرك بها كل جسم منهما $\frac{a_x}{a_y}$ تساوى

$\frac{1}{1}$ (ب)

$\frac{2}{1}$ (د)

$\frac{3}{2}$ (أ)

$\frac{2}{3}$ (ج)



فى الشكل المقابل رافعة ترفع ثقل كتلته 0.5 طن من سطح الأرض بسرعة منتظمة إلى ارتفاع 10 m، فإذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s^2 فإن الشغل الذى تبذله :

(١) قوة الشد على الثقل يساوى

50 J (ب)

50 kJ (د)

0 J (أ)

- 50 kJ (ج)

(٢) قوة الجاذبية على الثقل يساوى

50 J (ب)

50 kJ (د)

0 J (أ)

- 50 kJ (ج)

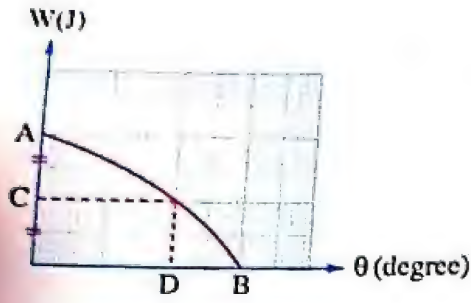
(٣) القوة المحصلة على الثقل يساوى

50 J (ب)

50 kJ (د)

0 J (أ)

- 50 kJ (ج)



* الشكل المقابل يوضح العلاقة البيانية بين قيمة الشغل (W) وزاوية ميل خط عمل القوة على اتجاه الحركة (θ). إذا علمت أن القوة المسببة للحركة 100 N والإزاحة الحادثة 5 m، فإن:

(١) قيمة الشغل عند النقطة A تساوى

- ٠ (أ) 100 J (ب)
250 J (ج) 500 J (د)

(٢) قيمة الزاوية عند النقطة B تساوى

- 0° (أ) 30° (ب)
60° (ج) 90° (د)

(٣) قيمة الزاوية عند النقطة D تساوى

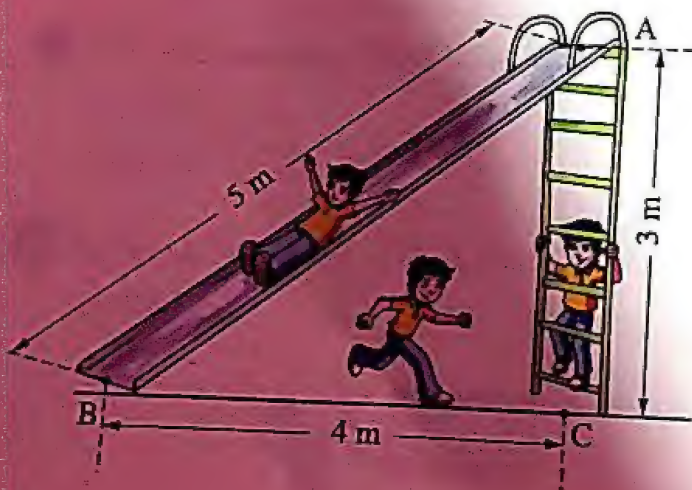
- 0° (أ) 30° (ب)
60° (ج) 90° (د)



٢٧ في الشكل المقابل، رجل كتلته 70 kg يصعد سلم طوله 5 m، فإن الشغل الذى يبذله الرجل يساوى

(علماً بأن : عجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s^2)

- 0 (أ) $17.5 \times 10^2 \text{ J}$ (ب)
 $35 \times 10^2 \text{ J}$ (د) $30.3 \times 10^2 \text{ J}$ (ج)



٢٨ في الشكل المقابل طفل ينزلق على منحدر أملس (مهمل الاحتكاك) من A إلى B ثم ينطلق جرياً من B إلى C ثم يصعد سلم رأسى من C إلى A ليكرر الأمر مرة أخرى، فإن الشغل المبذول بواسطة وزن الطفل يكون

- أ) أكبر فى المرحلة AB
ب) متساوى فى المرحلتين AB ، BC
ج) متساوى فى المرحلتين AB ، CA
د) متساوى فى جميع المراحل

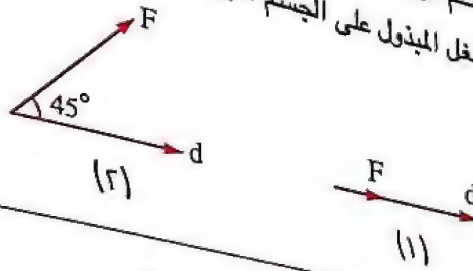
أسئلة المقال

ثانياً

١) فسر العبارات التالية :

- (١) الشغل كمية قياسية.
- (٢) * القوة الجاذبة المركزية لا تبذل شغلاً على الجسم الذي يتحرك في مسار دائري.
- * لا يبذل شغلاً على الإلكترون أثناء دورانه حول النواة.
- * قوة الجاذبية الأرضية لا تبذل شغلاً على سطح أفقى مهمل الاحتكاك، فإن الشغل المبذول عليه بواسطة القوة المحصلة يكون مساوياً للصفر.

٢) إذا أثرت قوة (F) على جسم مرتين فحركته نفس الإزاحة (d) في كل مرة كما في الشكلين (١)، (٢)، أى من الحالتين يكون فيها الشغل المبذول على الجسم أكبر ؟



٣) وضح فى كل مما يأتى هل يتم بذل شغل أم لا ؟ مع التفسير :

- (١) شخص يصعد سلم مائل.
- (٢) شخص يحاول دفع سيارة ولم تتحرك.
- (٣) شخص يدفع عربة أطفال فيحركها.

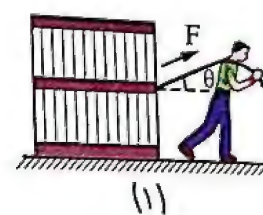
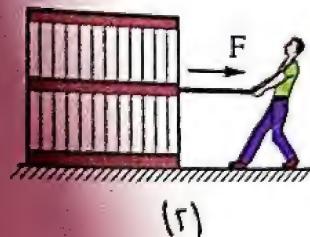
٤) اذكر مثال لجسم يكون الشغل المبذول عليه :

(٢) موجب.

(١) يساوى صفر.

(٣) سالب.

٥) فى أى من الحالتين (١)، (٢) يكون الشغل المبذول أكبر إذا تحرك الجسم نفس الإزاحة بتأثير القوة F مع التعليل.



النماط جديدة من الأسئلة

اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :

الجول يكافئ

Ⓐ $N.m$

Ⓑ $N.m^2$

Ⓒ N/m

Ⓓ $kg.m/s^2$

Ⓔ $kg.m^2/s^2$

أي شكلين من الأشكال التالية يوضح أن هناك شغل مبذول بواسطة القوة (F) ؟



Ⓑ



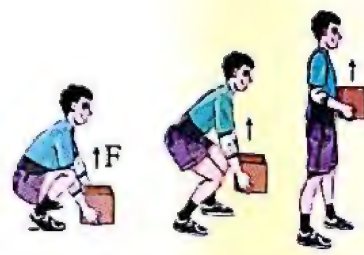
Ⓓ



Ⓒ



Ⓔ



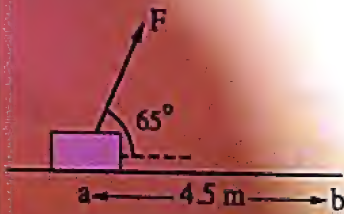
Ⓕ

في الشكل المقابل جسم كتلته 5 kg موضوع على مستوى

أفقي، أثرت عليه قوة F مقدارها 40 N فحركته من السكون

مسافة 4.5 m من النقطة a إلى النقطة b، فإذا كانت قوى

الاحتكاك 15 N فإن



Ⓐ الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المحصلة يساوي صفر

Ⓑ الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المحصلة يساوي 8.6 J

Ⓒ الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المحصلة يساوي 112.5 J

Ⓓ سرعة الجسم عند b تساوي 1.85 m/s

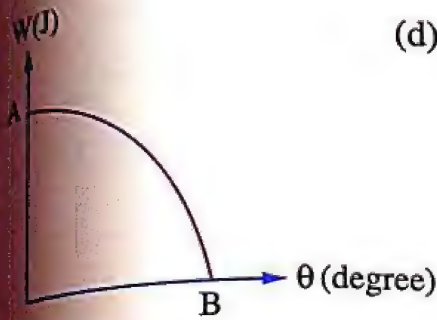
Ⓔ سرعة الجسم عند b تساوي 10.6 m/s



يسقط صندوق معلق في مظلة رأسياً إلى أسفل كما بالشكل.

أي العبارات الآتية صحيحة ؟

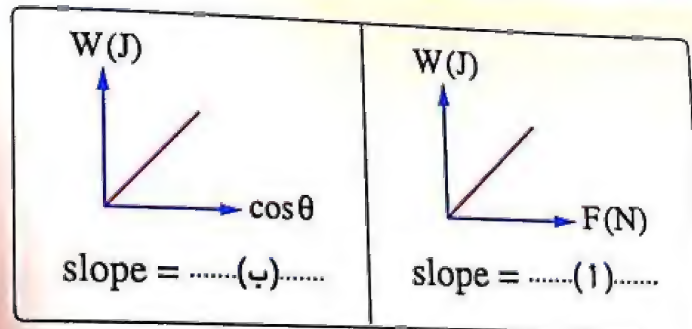
- أ) تبذل قوة الجاذبية شغلاً سالباً على الصندوق
- ب) يبذل وزن الصندوق شغلاً سالباً على المظلة
- ج) تبذل المظلة شغلاً سالباً على الصندوق
- د) يبذل وزن الصندوق شغلاً موجباً على المظلة
- هـ) تبذل المظلة شغلاً موجباً على الصندوق



الشكل البياني المقابل يعبر عن العلاقة بين قيمة الشغل المبذول (W) على جسم والزاوية (θ) بين القوة (F) المؤثرة على الجسم والإزاحة (d) التي يتحركها نتيجة تأثيره بهذه القوة، فإن

- أ) قيمة A تساوى $\frac{1}{2} Fd$
- ب) قيمة A تساوى Fd
- ج) قيمة B تساوى 0°
- د) قيمة B تساوى 30°
- هـ) قيمة B تساوى 90°

اختر من القائمة ما يناسب الفراغات :



«حيث (W) الشغل المبذول، (F) القوة المحصلة،

(θ) الزاوية بين القوة والإزاحة، (d) الإزاحة».

القوة (F)	الإزاحة (d)	الزاوية (θ) بين الإزاحة والقوة	الشغل (W)
20 N	100 m	45°(1)..... J
100 N	.....(ب)..... m	60°	4330 J



في هذا الدرس سوف نتعرف :

- ◀ طاقة الحركة.
- ◀ طاقة الوضع.
- ◀ الفيزياء في خدمة البيئة.

الطاقة



القيام بالأنشطة العضلية
يتطلب طاقة

للطاقة أهمية كبيرة في حياتنا حيث لا نستطيع القيام بالأنشطة المختلفة (ذهنية ، عضلية) بدون الطاقة الناتجة من احتراق السكريات داخل أجسامنا.

قانون بقاء الطاقة

للطاقة صور متعددة، منها :

- الطاقة الكيميائية.
- الطاقة الكهربائية.
- الطاقة الحرارية.
- الطاقة الضوئية.
- الطاقة الحركية.

ورغم التعدد في صور الطاقة والتي تبدو كل صورة منها وكأنها مستقلة بذاتها عن باقي الصور، إلا أنه توجد علاقة بين جميع صور الطاقة حيث يمكن أن تتحول الطاقة من صورة لأخرى، وهو ما يعبر عنه قانون بقاء الطاقة.

ينص **قانون بقاء الطاقة** على أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ، لكن يمكن تحويلها من صورة إلى أخرى .

علم الكيمياء الحرارية

علم الديناميكا الحرارية هو العلم الذي يختص بدراسة الطاقة وكيفية انتقالها.

ويعتبر **علم الكيمياء الحرارية** فرع من فروع الديناميكا الحرارية وهو العلم الذي يختص بدراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية.

معظم التغيرات الفيزيائية والتفاعلات الكيميائية تكون مصحوبة بتغير في الطاقة.

ومن المفاهيم الأساسية المرتبطة بالكيمياء الحرارية :

٢ القانون الأول للديناميكا الحرارية.

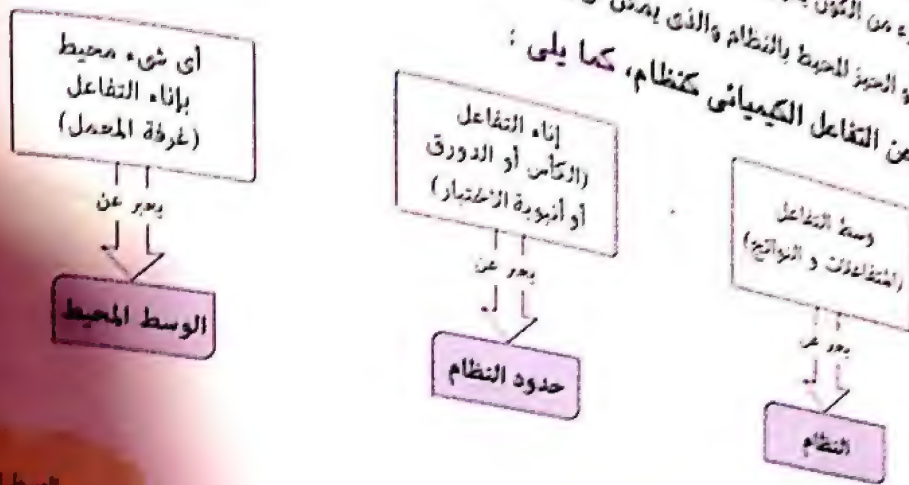
١ النظام و الوسط المحيط.

٤ الحرارة النوعية.

٣ الحرارة و درجة الحرارة.

النظام و الوسط المحيط

النظام هو أي جزء من المكون يكون موضوعا للدراسة، تتم فيه تغيرات فيزيائية أو تفاعلات كيميائية.
الوسط المحيط هو الجزء المحيط بالنظام والذي يمكن أن يتبادل معه المادة أو الطاقة أو كلاهما معا.
يمكن التعبير عن التفاعل الكيميائي كنظام، كما يلي :



العلاقة بين التفاعلات الكيميائية و الطاقة

معظم التفاعلات الكيميائية تكون مصحوبة بتغير في الطاقة (فقد أو امتصاص طاقة)، وذلك عن طريق تبادل الطاقة على هيئة حرارة أو شغل بين وسط التفاعل (النظام) والوسط المحيط به.

أنواع الأنظمة

تصنف الأنظمة تبعاً لقابليتها لتبادل الطاقة والمادة مع الوسط المحيط إلى :

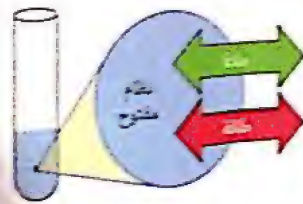
نظام مغلق

هو النظام الذي لا يسمح بتبادل أيًا من المادة أو الطاقة مع الوسط المحيط.



نظام مفتوح

هو النظام الذي يسمح بتبادل كل من المادة والطاقة مع الوسط المحيط.



نظام مغلق

هو النظام الذي يسمح بتبادل الطاقة فقط مع الوسط المحيط.



الاشكال التالية تمثل ثلاثة أنظمة مختلفة، اذكر نوع النظام الذي يمثله كل شكل، مع التعليل.



الشكل	نوع النظام	التعليل
(A)	مغلق	لأنه يسمح بتبادل الطاقة فقط مع الوسط المحيط على هيئة حرارة.
(B)	معزول	لأنه لا يسمح بتبادل أيًا من المادة أو الطاقة مع الوسط المحيط.
(C)	مفتوح	لأنه يسمح بتبادل كل من المادة والطاقة مع الوسط المحيط.

ملحوظة

يعتبر الترمومتر الطبى نظام مغلق،
لأنه يسمح بتبادل الطاقة فقط مع الوسط المحيط على هيئة حرارة

٢ القانون الأول للديناميكا الحرارية

عندما يفقد النظام كمية من الطاقة يكتسبها الوسط المحيط والعكس صحيح، لذلك فإن :
أى تغير فى طاقة النظام ΔE_{system} يصاحبه تغير فى طاقة الوسط المحيط $\Delta E_{\text{surrounding}}$ بمقدار مماثل ولكن بإشارة مخالفة ... حتى تظل الطاقة الكلية مقداراً ثابتاً.

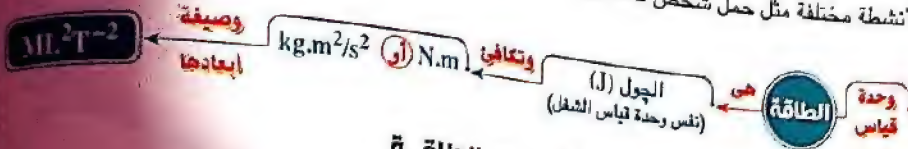
$$\Delta E_{\text{system}} = - \Delta E_{\text{surrounding}}$$

ويختص القانون الأول للديناميكا الحرارية بدراسة تغيرات الطاقة الحادثة فى الأنظمة المعزولة.
وينص القانون الأول للديناميكا الحرارية على أن الطاقة الكلية لأى نظام معزول تظل ثابتة، حتى لو تغير النظام من صورة لأخرى.

الطاقة

قدرة الجسم على بذل شغل

* يحتاج الإنسان للطاقة للقيام بأى عمل (بذل شغل)،
فمثلًا الطاقة الكيميائية المخزنة فى جسم شخص تتحول
إلى صورة مختلفة من صور الطاقة تستهلك فى أداء
أنشطة مختلفة مثل حمل شخص لصندوق.



من صور الطاقة



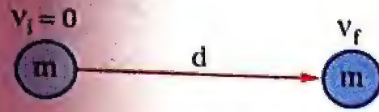
أولاً طاقة الحركة (K.E) Kinetic Energy

* عند بذل شغل لتحريك جسم فإن هذا الشغل يكتسبه الجسم فى صورة
طاقة تسمى طاقة الحركة.

أمثلة على طاقة الحركة



استنتاج طاقة الحركة لجسم



* إذا أثرت قوة F على جسم ساكن كتلته m فتتحرك بعجلة منتظمة a لتصل سرعته إلى v_f بعد أن يقطع إزاحة d ، فإن :

من المعادلة الثالثة للحركة :

$$v_f^2 = v_i^2 + 2ad$$

$$\therefore v_i = 0$$

$$\therefore v_f^2 = 2ad, \quad d = \frac{v_f^2}{2a}$$

$$\therefore Fd = \frac{1}{2} \frac{F}{a} v_f^2$$

$$\therefore \frac{F}{a} = m$$

بضرب طرفي المعادلة في القوة (F) :

من قانون نيوتن الثاني :

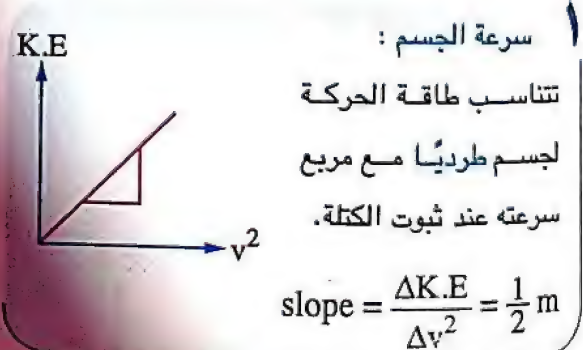
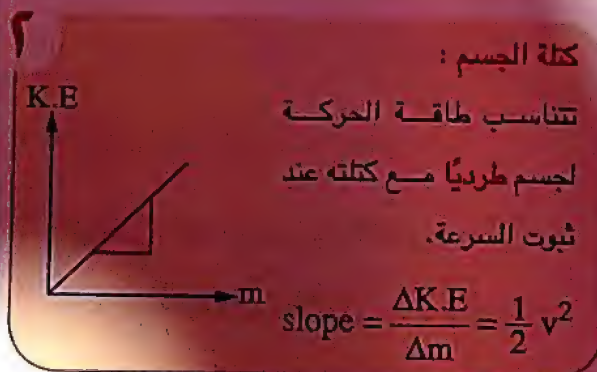
$$\therefore Fd = \frac{1}{2} mv_f^2$$

Fd
يمثل الشغل المبذول
لإكساب الجسم سرعة
 v_f

$\frac{1}{2} mv_f^2$
يمثل طاقة الحركة ($K.E$)
وهي الصورة التي تحول إليها
الشغل المبذول

$$\therefore K.E = \frac{1}{2} mv^2$$

العوامل التي تتوقف عليها طاقة الحركة لجسم



$$K.E = \frac{1}{2} mv^2$$

ملاحظات

(١) تعتبر طاقة حركة جسم كمية قياسية لأنها حاصل ضرب كميتين قياسيتين هما كتلة الجسم ومربع مقدار سرعته.

(٢) في الشكل المقابل، الشغل المبذول بواسطة السيارة لتتحرك من الموضع A إلى الموضع B :

$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 \\ &= \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) \\ &= \Delta (K.E) \end{aligned}$$



(٣) إذا كان الشغل المبذول على جسم ما :

- * موجباً : فإن طاقة الجسم الحركية تزداد بمقدار الشغل المبذول وتزداد سرعة الجسم.
- أى أنه : محصلة القوى المؤثرة على الجسم تكون فى نفس اتجاه حركته.
- * سالباً : فإن طاقة الجسم الحركية تقل بمقدار الشغل المبذول وتقل سرعة الجسم،
- أى أنه : محصلة القوى المؤثرة على الجسم فى اتجاه معاكس لاتجاه حركته.
- * يساوى صفراً : فإن الطاقة الحركية تبقى ثابتة وهذا يدل على أن سرعة الجسم تظل مقداراً ثابتاً،
- أى تنعدم محصلة القوى المؤثرة على الجسم.

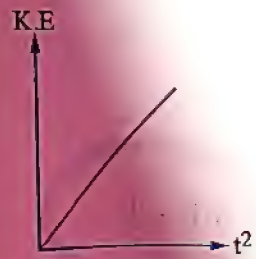
(٤) إذا بدأ جسم حركته من السكون بعجلة منتظمة فى خط مستقيم فإن طاقة حركته عند لحظة معينة تتناسب طردياً مع مربع الزمن، حيث :

$$v_f = v_i + at = 0 + at = at$$

$$\begin{aligned} K.E &= \frac{1}{2} m v_f^2 \\ &= \frac{1}{2} m (at)^2 \\ &= \frac{1}{2} m a^2 t^2 \end{aligned}$$

$$K.E \propto t^2$$

ويمكن تمثيل ذلك بيانياً كالتالى :

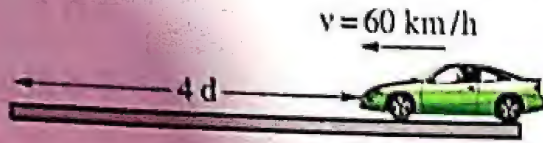


١ تطبيقات حياتية :

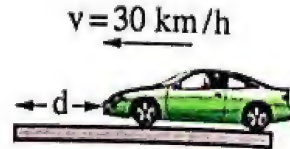
ينضج من العلاقة $Fd = \frac{1}{2} mv^2 = K.E$ أن الشغل المبذول على جسم في صورة طاقة حركة يتناسب طردياً مع مربع السرعة التي يتحرك بها،

فإذا

- تحركت نفس السيارة بسرعة 60 km/h تكون طاقة حركتها $K.E$ 4، عند الضغط على دواسة الفرامل بنفس القوة المستخدمة في الحالة الأولى (F) فإنها تقطع مسافة 4 d قبل أن تتوقف.



- تحركت سيارة بسرعة 30 km/h وكانت طاقة حركتها $K.E$ ، عند الضغط على دواسة الفرامل بقوة F فإنها تقطع مسافة d قبل أن تتوقف.



∴ المسافة (d) المطلوبة لتوقف سيارة تتحرك بسرعة v باستخدام قوة معينة حتى تفقد طاقة حركتها تتناسب طردياً مع مربع هذه السرعة، حيث :

$$Fd = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\therefore d \propto v^2$$

∴ كل من القوة (F) والكتلة (m) ثابت.

مثال ١

طاقة حركة شاحنة محملة كتلتها 2000 kg تسير بسرعة 72 km/h تساوي

١) $4 \times 10^4 \text{ J}$

٢) $1.44 \times 10^5 \text{ J}$

٣) $4 \times 10^5 \text{ J}$

٤) $8 \times 10^5 \text{ J}$

الحل

$m = 2000 \text{ kg}$

$v = 72 \text{ km/h}$

$K.E = ?$

$$v = 72 \times \frac{1000}{60 \times 60} = 20 \text{ m/s}$$

$$K.E = \frac{1}{2} mv^2$$

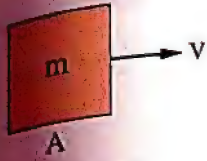
$$= \frac{1}{2} \times 2000 \times (20)^2 = 4 \times 10^5 \text{ J}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ٣

ماذا لو فرغت الشاحنة جزء من حمولتها فقلت كتلتها بمقدار الربع وزادت سرعتها بمقدار الربع، التغير الذي يحدث في طاقة حركتها ؟

ماذا لو

مثال ٢



الشكل المقابل يوضح جسمان A ، B كتليتهما m ، $2m$ على الترتيب كل منهما يتحرك بسرعة منتظمة v ، $2v$ على الترتيب، فإذا كانت طاقة حركة الجسم A هي K.E فإن طاقة حركة الجسم B هي

2 K.E (أ)

4 K.E (ب)

8 K.E (ج)

16 K.E (د)

الحل

$$m_A = m \quad v_A = v \quad (K.E)_A = K.E$$

$$m_B = 2m \quad v_B = 2v \quad (K.E)_B = ?$$

$$(K.E)_A = K.E = \frac{1}{2} mv^2 \quad (1)$$

$$(K.E)_B = \frac{1}{2} \times 2m \times (2v)^2$$

$$= 8 \times \frac{1}{2} mv^2 \quad (2)$$

بالتعويض من المعادلة (1) في المعادلة (2) :

$$\therefore (K.E)_B = 8 K.E$$

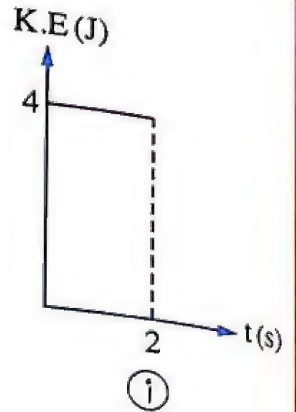
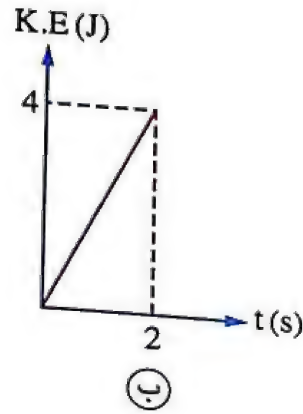
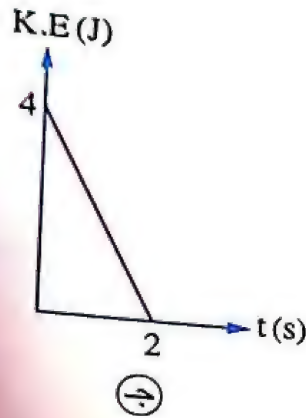
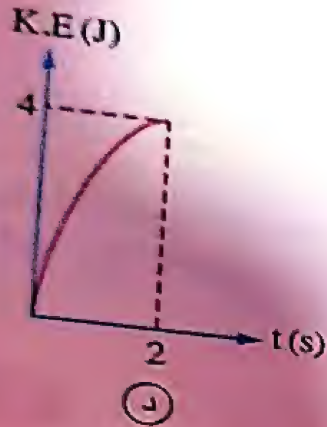
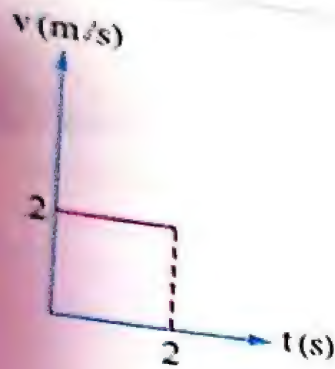
\therefore الاختيار الصحيح هو (ج)

ماذا لو

طُلب منك تقليل سرعة الجسم B حتى تكون له نفس طاقة حركة الجسم A، فكم تكون سرعة الجديدة بالنسبة لسرعة الجسم A ؟

سؤال ٣

الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين السرعة (v) لجسم كتلته 2 kg وزمن حركة هذا الجسم (t). فإن الشكل البياني المعبر عن العلاقة بين طاقة حركة الجسم (K.E) والزمن (t) هو



الحل

من الشكل البياني نجد أن سرعة الجسم ثابتة وبالتالي فإن طاقة حركة الجسم ثابتة وتمثل بخط مستقيم موازي للمحور الأفقي (محور الزمن).

$$K.E = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times (2)^2 = 4 \text{ J}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ①

كان المطلوب حساب مقدار القوة المحصلة المؤثرة على هذا الجسم، ما إجابتك ؟

ماذا لو

سؤال ٤

سيارة كتلتها 1200 kg تتحرك على طريق أفقي، فإن الشغل اللازم بذله لزيادة سرعة السيارة من 5 m/s إلى 10 m/s يساوي

② $4.5 \times 10^4 \text{ J}$

① $6 \times 10^3 \text{ J}$

④ $9 \times 10^4 \text{ J}$

③ $6 \times 10^4 \text{ J}$

$$m = 1200 \text{ kg} \quad v_i = 5 \text{ m/s} \quad v_f = 10 \text{ m/s} \quad W = ?$$

$$\begin{aligned} W &= \Delta(K.E) = (K.E)_f - (K.E)_i \\ &= \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2 \\ &= \frac{1}{2} m(v_f^2 - v_i^2) \\ &= \frac{1}{2} \times 1200 ((10)^2 - (5)^2) \\ &= 4.5 \times 10^4 \text{ J} \end{aligned}$$

٢ وسيلة ممتعة

الشغل المبذول بواسطة السيارة لتغيير سرعتها
يساوي التغير في طاقة حركتها.

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

ماذا لو
المطلوب هو حساب الشغل المبذول بواسطة الجاذبية على السيارة عندما تتغير سرعتها من 5 m/s إلى 10 m/s، ما إجابتك؟

مثال ٥

تتحرك سيارة في خط مستقيم بسرعة 15 m/s وعندما ضغط سائقها على الفرامل توقفت بعد أن قطعت مسافة 20 m من لحظة الضغط على الفرامل، إذا ضغط السائق على الفرامل بنفس القوة والسيارة تتحرك بسرعة 30 m/s فإن المسافة التي تقطعها السيارة لتتوقف هي

- (أ) 80 m (ب) 20 m (ج) 40 m (د) 5 m

الحل

$$(v_i)_1 = 15 \text{ m/s} \quad (v_f)_1 = 0 \quad d_1 = 20 \text{ m} \quad (v_i)_2 = 30 \text{ m/s} \quad (v_f)_2 = 0 \quad d_2 = ?$$

$$W = -Fd \quad (1)$$

$$W = \Delta(K.E) = \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2$$

$$W = -\frac{1}{2} mv_i^2 \quad (2)$$

من المعادلتين (1) ، (2) :

$$Fd = \frac{1}{2} mv_i^2$$

كل من F ، m ثابتتين :

$$\therefore \frac{d_1}{d_2} = \frac{(v_i)_1^2}{(v_i)_2^2}$$



التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة التناسب الطردى بند (٦) صفحة (١٥).

$$\therefore \frac{20}{d_2} = \frac{(15)^2}{(30)^2}$$

$$\therefore d_2 = 80 \text{ m}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو

كان المطلوب إيجاد النسبة بين مقدارى العجلة التى تباطأت بها السيارة فى الحالتين، ما إجابتك ؟

مثال ٦

جسمان x ، y لهما نفس الكتلة، فإذا كانت طاقة حركتهما 100 J ، 900 J على الترتيب ومقدار كمية تحرك

الجسم x هى 20 kg.m/s ، فإن مقدار كمية تحرك الجسم y يساوى

$$180 \text{ kg.m/s} \text{ (د)}$$

$$60 \text{ kg.m/s} \text{ (ج)}$$

$$20 \text{ kg.m/s} \text{ (ب)}$$

$$10 \text{ kg.m/s} \text{ (ا)}$$

الحل

$$(K.E)_x = 100 \text{ J}$$

$$(K.E)_y = 900 \text{ J}$$

$$P_x = 20 \text{ kg.m/s}$$

$$P_y = ?$$

$$\therefore K.E = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\therefore K.E \propto v^2$$

(١)

$$\therefore P = mv$$

$$\therefore P \propto v$$

(٢)

من العلاقتين (١) ، (٢) :

$$\therefore P \propto \sqrt{K.E}$$

$$\therefore \frac{P_x}{P_y} = \sqrt{\frac{(K.E)_x}{(K.E)_y}}$$

$$\therefore \frac{20}{P_y} = \sqrt{\frac{100}{900}}$$

$$\therefore P_y = 60 \text{ kg.m/s}$$



التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة التناسب الطردى بند (٦) صفحة (١٥).

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

ماذا لو

المطلوب هو النسبة بين سرعة الجسمين $\left(\frac{v_x}{v_y}\right)$ ، ما إجابتك ؟

اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

1 * الشكل البياني المقابل يوضح منحنى (الإزاحة - الزمن) لحركة

جسم كتلته 10 kg ، فإن طاقة حركة هذا الجسم تساوي

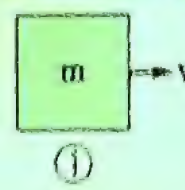
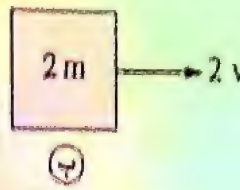
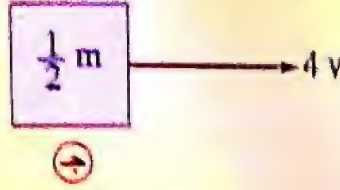
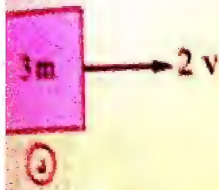
30 J (ب)

25 J (ا)

225 J (د)

125 J (ج)

2 أي من الأشكال التالية يعبر عن جسم له طاقة حركة أكبر ؟



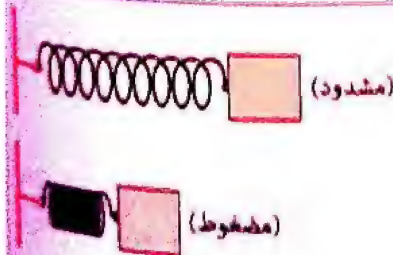
ثانياً طاقة الوضع (P.E) Potential Energy

• عند بذل شغل على جسم لتغيير موضعه فإن هذا الشغل يُخزن داخل الجسم في صورة طاقة تسمى **طاقة الوضع**.

طاقة الوضع

الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لموضعه أو حالته.

أمثلة على طاقة الوضع



الانضغاط أو استطالة زنبرك عن وضعه الطبيعي يُكسب جزيئاته وضعاً جديداً فتخزن طاقة وضع مرنة، وعندما تزول القوة التي سببت انضغاطه أو استطالته يبذل الزنبرك شغلاً حتى يتخلص من هذه الطاقة لكي يعود إلى وضعه المستقر.

طاقة وضع مخزنة في ملف زنبركي ممدود أو مضغوط (طاقة وضع مرنة)



استطالة الخيط المطاطي تُكسب جزيئاته وضعاً جديداً فتخزن طاقة وضع مرنة، لذلك يتحرك الخيط المطاطي المشدود عند إزالة القوة المؤثرة عليه حتى يتخلص من هذه الطاقة لكي يعود إلى وضعه المستقر.

طاقة وضع مخزنة في خيط مطاطي ممدود (طاقة وضع مرنة)



ترتبط طاقة الوضع الثقالية بموضع الأشياء بالنسبة لسطح الأرض (بالنسبة لجال الجاذبية) فيخزن الجسم طاقة وضع ثقالية أكبر إذا تحرك إلى نقطة أبعد في مجال الجاذبية.

طاقة وضع مخزنة في جسم مرفوع عن سطح الأرض (طاقة وضع ثقالية)

استنتاج طاقة الوضع لجسم

* عند رفع جسم كتلته m مسافة رأسية h عن سطح الأرض فإن الشغل المبذول (W) يتعين

$$W = Fh$$

من العلاقة :

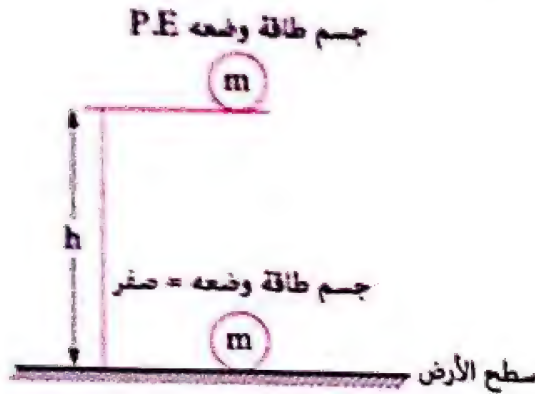
حيث : F هي القوة اللازمة لرفع الجسم لأعلى ضد الجاذبية

الأرضية وتساوى وزنه (w) :

$$F = w = mg$$

$$\therefore W = mgh$$

\therefore الشغل المبذول يُخزن داخل الجسم في صورة طاقة وضع (P.E).



$$\therefore P.E = mgh$$

العوامل التي تتوقف عليها طاقة الوضع الثقالية لجسم

كتلة الجسم :
تناسب طاقة الوضع لجسم طردياً مع كتلته عند ثبوت عجلة الجاذبية وارتفاع الجسم عن سطح الأرض.

Graph: PE vs m, showing a linear relationship.

$\text{slope} = \frac{\Delta P.E}{\Delta m} = gh$

الارتفاع عن سطح الأرض :
تناسب طاقة الوضع لجسم طردياً مع ارتفاعه عن سطح الأرض عند ثبوت الكتلة وعجلة الجاذبية.

Graph: PE vs h, showing a linear relationship.

$\text{slope} = \frac{\Delta P.E}{\Delta h} = mg = w$

$$P.E = mgh$$

عجلة الجاذبية الأرضية :
تتغير تغيراً طفيفاً بالاعتماد عن سطح الأرض.

تطبيقات حياتية:

عند رفع صندوق وزنه 450 N رأسياً لأعلى مسافة 1 m



يكون الشغل المبذول متساوياً في الحالتين
 $W = wh = 450 \times 1 = 450 \text{ J}$

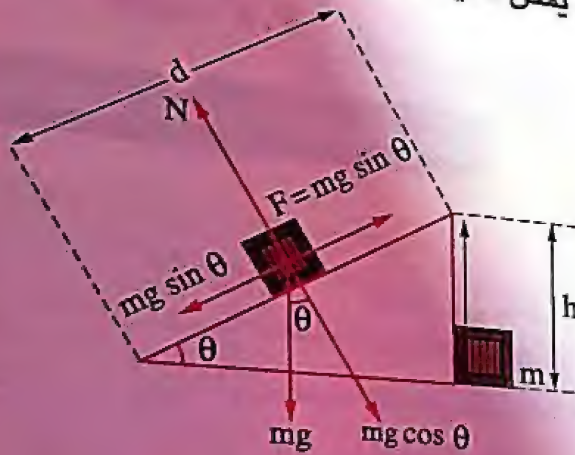
يتطلب ذلك قوة أقل من وزن الصندوق، لكنه سيحتاج لإزاحة أكبر:

$$F = \frac{W}{d} = \frac{450}{3} = 150 \text{ N}$$

يتطلب ذلك قوة تكافئ وزن الصندوق:

$$F = \frac{W}{d} = \frac{450}{1} = 450 \text{ N}$$

وبشكل عام يمكن تمثيل رفع جسم لارتفاع ما بسرعة منتظمة كالتالي



$$W = Fd$$

$$= mg (\sin \theta) d$$

$$\therefore \sin \theta = \frac{h}{d}$$

$$\therefore W = mgh$$

$$\Delta P.E = mgh - 0$$

$$= mgh$$

$$\therefore W = \Delta P.E$$



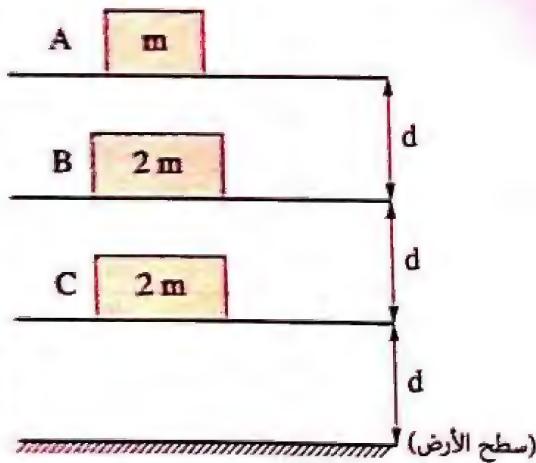
• مما سبق نستنتج أنه لرفع جسم كتلته m من الموضع A إلى الموضع B كما في الشكل المقابل يُبذل على الجسم شغل (W) يحسب من العلاقة :

$$W = mgh_f - mgh_i$$

$$= mg(h_f - h_i) = mg\Delta h$$

$$W = \Delta(P.E)$$

مثال ١



عدة عبوات (A, B, C) مختلفة الكتلة موضوعة في متجر على أرفف مختلفة كما بالشكل، ما الترتيب الصحيح لهذه العبوات تبعاً لطاقة الوضع التي تحتزنها كل منها ؟

$A > B > C$ (١)

$C > B > A$ (ب)

$B > A > C$ (ج)

$B > C > A$ (د)

الحل

$\therefore P.E = mgh$

$$\therefore (P.E)_A : (P.E)_B : (P.E)_C = m_A h_A : m_B h_B : m_C h_C$$

$$= m \times 3d : 2m \times 2d : 2m \times d$$

$$= 3md : 4md : 2md$$

$$= 3 : 4 : 2$$

$B > A > C$

\therefore الترتيب الصحيح للعبوات تبعاً لطاقة الوضع المختزنة في كل منها هو :
 \therefore الاختيار الصحيح هو (ج)

ماذا لو

تم وضع العبوة B في نفس رف العبوة A، هل تكون للعبوتين نفس طاقة الوضع ؟

جسمان x ، y كتلة كل منهما 10 kg موضوعان على سطح الأرض، قام شخص برفع الجسم x إلى منصة على ارتفاع 1 m من سطح الأرض ورفع الجسم y إلى رف على ارتفاع 2.5 m من سطح الأرض، فإن :
(g = 10 m/s²)

(١) التغير في طاقة وضع كل من الجسمين يساوى

$\Delta(P.E)_y$	$\Delta(P.E)_x$	
150 J	100 J	أ
250 J	100 J	ب
150 J	150 J	ج
250 J	150 J	د

(٢) الشغل المبذول بواسطة الشخص على كل من الجسمين يساوى

W_y	W_x	
150 J	100 J	أ
250 J	100 J	ب
150 J	150 J	ج
250 J	150 J	د

الحل

$$m_x = 10 \text{ kg} \quad m_y = 10 \text{ kg} \quad h_x = 1 \text{ m} \quad h_y = 2.5 \text{ m} \quad g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta(P.E)_x = ? \quad \Delta(P.E)_y = ? \quad W_x = ? \quad W_y = ?$$

$$\Delta(P.E)_x = m_x g \Delta h_x = 10 \times 10 \times (1 - 0) = 100 \text{ J} \quad (١)$$

$$\Delta(P.E)_y = m_y g \Delta h_y = 10 \times 10 \times (2.5 - 0) = 250 \text{ J}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ب

$$W_x = Fd = m_x g h_x = 10 \times 10 \times 1 = 100 \text{ J} \quad (٢)$$

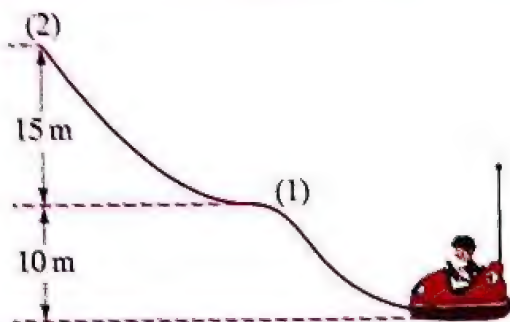
$$W_y = Fd = m_y g h_y = 10 \times 10 \times 2.5 = 250 \text{ J}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ب

كان المطلوب حساب الشغل المبذول لرفع الجسم x من المنصة إلى الرف، ما إجابتك ؟

ماذا لو

مثال ۳



في الشكل المقابل تنتقل عربة ملامى كتلتها هي والراكب معًا 200 kg من سطح الأرض إلى الموضع (1) ثم إلى الموضع (2)، فإن التغير في طاقة الوضع عند انتقال العربة من سطح الأرض إلى :

(۷) **الموضع (1) يساوى**
.....

- $7.5 \times 10^4 \text{ J } \textcircled{\text{J}}$ $5 \times 10^4 \text{ J } \textcircled{\text{D}}$ $2.5 \times 10^4 \text{ J } \textcircled{\text{B}}$ $2 \times 10^4 \text{ J } \textcircled{\text{I}}$

(۲) الموضع (2) یساوی

- $7.5 \times 10^4 \text{ J}$ (ج)
 $5 \times 10^4 \text{ J}$ (د)
 $2.5 \times 10^4 \text{ J}$ (ب)
 $2 \times 10^4 \text{ J}$ (ا)

الحل

$$m = 200 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h_1 = 10 \text{ m}$$

$$h_2 = 25 \text{ m}$$

$$\Delta(P.E.)_1 = ?$$

$$\Delta(P.E.)_2 = ?$$

(١) عند انتقال العربة من سطح الأرض إلى الموضع (1) :

$$\Delta(\text{P.E.})_1 = mg\Delta h_1 = 200 \times 10 \times (10 - 0) = 2 \times 10^4 \text{ J}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ①

(٢) عند انتقال العربة من سطح الأرض إلى الموضع (2) :

$$\Delta(\text{PE})_2 = mg\Delta h_2 = 200 \times 10 \times (25 - 0) = 5 \times 10^4 \text{ J}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

المطلوب هو حساب التغير في طاقة الوضع عند انتقال العربة من الموضع (2) إلى الموضع (1)،

ماذا لو

ہا **ا**جابتک ؟

مثال

جسم x موضوع على ارتفاع h_x من سطح الأرض وجسم y موضوع على ارتفاع h_y من سطح القمر، فإذا علمت أن طاقة الوضع للجسمين واحدة وكتلتيهما متساوية، فإن النسبة $\left(\frac{h_x}{h_y}\right)$ تساوى

(علمًا بأن : عجلة الجاذبية على سطح الأرض ستة أمثال عجلة الجاذبية على سطح القمر)

- $$\frac{1}{3} \textcircled{J} \qquad \frac{3}{1} \textcircled{\rightarrow} \qquad \frac{1}{6} \textcircled{\cup} \qquad \frac{6}{1} \textcircled{1}$$

الصل

$$(P.E)_x = (P.E)_y$$

$$m_x = m_y$$

$$g_e = 6 g_m$$

$$\frac{h_x}{h_y} = ?$$

$$\therefore (P.E)_x = (P.E)_y$$

$$\therefore m_x g_e h_x = m_y g_m h_y$$

$$\therefore 6 g_m h_x = g_m h_y$$

$$\therefore \frac{h_x}{h_y} = \frac{1}{6}$$

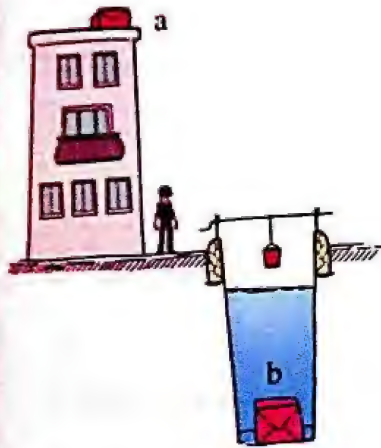
∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

$$\frac{(P.E)_x}{(P.E)_y}$$

وضع الجسمين على نفس الارتفاع من سطح الأرض والقمر، **فكم** تكون النسبة ؟

ماذا لو

مثال ٥



يقف شخص على سطح الأرض ويوجد بجانبه مبنى ارتفاعه 10 m ويثر عمقه 10 m عن مستوى سطح الأرض، فإذا وضع جسم a كتلته 2 kg أعلى المبنى ووضع جسم آخر b كتلته 4 kg في قاع البئر، فإن طاقة وضع الجسمين (b ، a) بالنسبة لمستوى سطح الأرض تساوي
(علماً بأن : $g = 10 \text{ m/s}^2$)

$(P.E)_b \text{ (J)}$	$(P.E)_a \text{ (J)}$	
400	200	(أ)
- 400	200	(ب)
200	400	(ج)
- 200	400	(د)

الحل

$$m_a = 2 \text{ kg}$$

$$h_a = 10 \text{ m}$$

$$m_b = 4 \text{ kg}$$

$$h_b = - 10 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$(P.E)_a = ?$$

$$(P.E)_b = ?$$

$$(P.E)_a = m_a g h_a = 2 \times 10 \times 10 = 200 \text{ J}$$

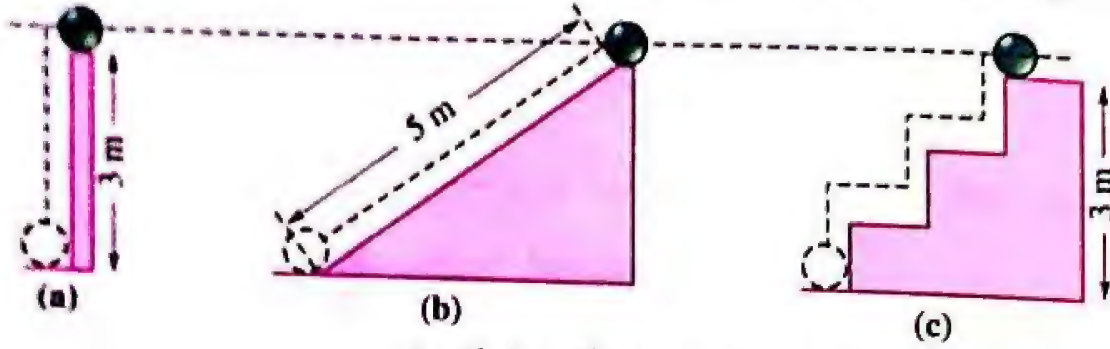
$$(P.E)_b = m_b g h_b = 4 \times 10 \times (- 10) = - 400 \text{ J}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

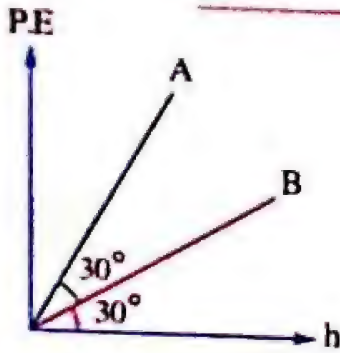
سقط الجسم a من أعلى المبنى في البئر حتى وصل إلى قاع البئر، **فما** التغير في طاقة وضع الجسم a في هذه الحالة ؟

ماذا لو

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :
 * الأشكال التالية توضح ثلاثة مسارات مختلفة مهمة الاحتكاك يمكن أن تسلكها كرة ساكنة موجودة عند سطح الأرض لتصل إلى ارتفاع معين :



في أي مسار يكون الشغل المبذول لرفع الكرة أكبر ما يكون ؟
 (أ) المسار a (ب) المسار b (ج) المسار c (د) جميعها متساوية



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين طاقة الوضع (P.E) لكل من جسمين A ، B وارتفاع كل منهما (h) عن سطح الأرض، فإن النسبة بين وزني الجسمين $\left(\frac{W_A}{W_B}\right)$ تساوي

(أ) $\frac{3}{1}$ (ب) $\frac{1}{2}$ (ج) $\frac{1}{3}$ (د) $\frac{2}{1}$

• ما سبق يمكن المقارنة بين طاقة الحركة وطاقة الوضع كما يلي :

طاقة الوضع	طاقة الحركة	المفهوم
الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لموضعه أو حالته	الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لحركته	
$P.E = mgh$	$K.E = \frac{1}{2} mv^2$	العلاقة الرياضية
(١) كتلة الجسم. (٢) الارتفاع عن سطح الأرض. (٣) عجلة الجاذبية الأرضية.	(١) كتلة الجسم. (٢) سرعة الجسم.	العوامل المؤثرة
الجول	الجول	وحدة القياس
ML^2T^{-2}	ML^2T^{-2}	صيغة الأبعاد

تعيين طاقة الحركة لجسم

تجربة 5 عملية



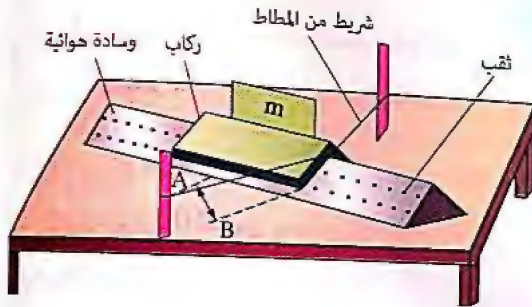
الغرض من التجربة

• تعيين طاقة حركة جسم متحرك.

فكرة التجربة

• تبعًا للعلاقة ($K.E = \frac{1}{2} mv^2$) يمكن استنتاج أن مربع سرعة الجسم يتناسب عكسيًا مع كتلته، وذلك عند ثبوت طاقة الحركة.

الجهاز المستخدم

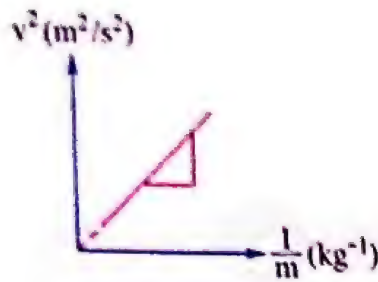


• ركاب كتلته m يتحرك على وسادة هوائية (سطح عديم الاحتكاك) مسافة معينة بواسطة شريط مرن من المطاط مشدود بين قائمين رأسيين (كما بالشكل).

الخطوات

- (١) حرك الركاب من الموضع (A) إلى الموضع (B) بحيث يعمل الركاب على شد الشريط المرن إلى الخلف وبذلك يخزن الشغل المبذول على الشريط المرن في صورة طاقة وضع.
- (٢) دع الركاب حرًا فيتحرك بسرعة معينة (v) نتيجة تحول طاقة الوضع المختزنة في الشريط المرن إلى طاقة حركة.
- (٣) عيّن الزمن الذي يستغرقه الركاب أثناء حركته على الوسادة الهوائية باستخدام الساعة الكهربائية المتصلة بالخلية الكهروضوئية.
- (٤) احسب سرعة الركاب (v) بقسمة المسافة التي تحركها على الزمن الذي قطع فيه هذه المسافة.
- (٥) كرر الخطوات السابقة عدة مرات مع تغيير كتلة الركاب (m) وثبتت المسافة (AB) التي يتحركها الركاب للخلف وبالتالي تظل قوة شد الشريط المرن ثابتة في كل مرة وفي كل مرة احسب سرعة الركاب (v) مع تسجيل النتائج في الجدول التالي :

كتلة الركاب m (kg)	الزمن t (s)	السرعة v (m/s)	$\frac{1}{m}$ (kg^{-1})	v^2 (m^2/s^2)
.....
.....
.....



(٦) ارسم علاقة بيانية بين مربع السرعة (v^2) على المحور الرأسي ومقلوب الكتلة ($\frac{1}{m}$) على المحور الأفقي، تجد أنها خط مستقيم

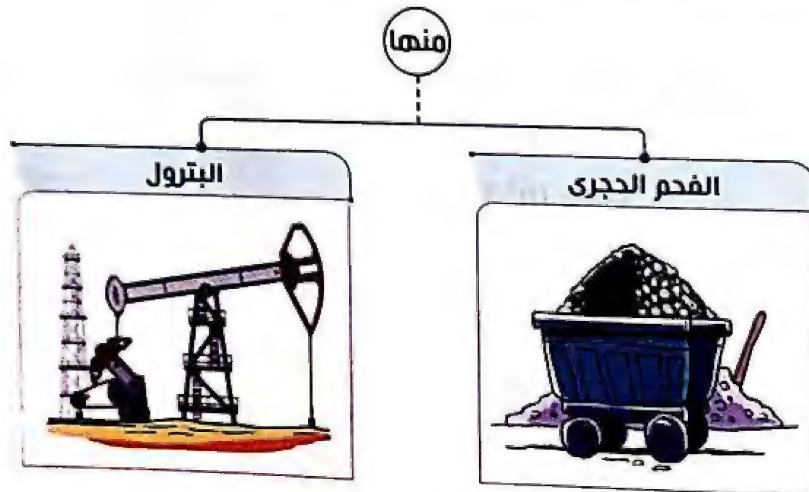
$$v^2 \propto \frac{1}{m}$$

ويتضح من ذلك أن :

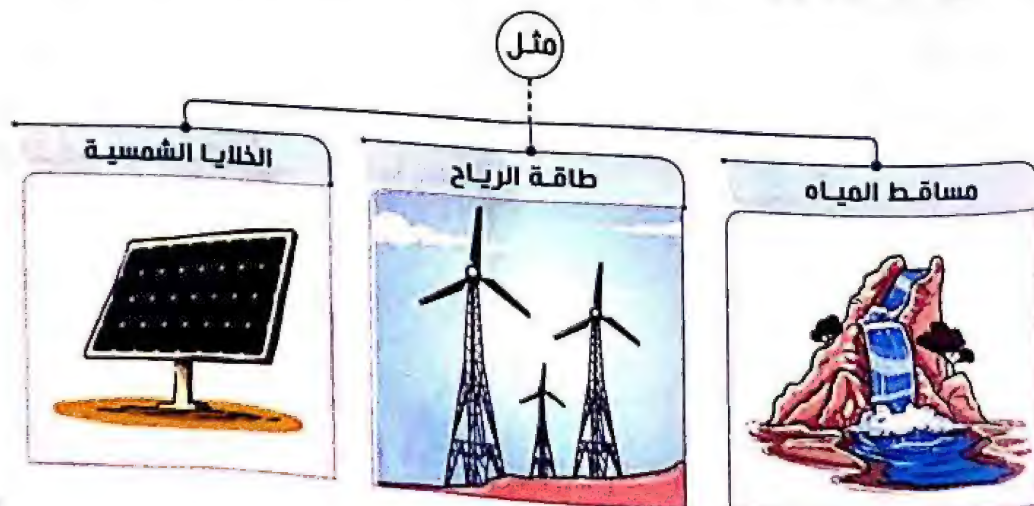
$$\text{slope} = \frac{\Delta v^2}{\Delta (\frac{1}{m})} = 2 \text{ K.E}$$

الفيزياء في خدمة البيئة

معظم الطاقات التي يستخدمها الإنسان تأتي من مصادر طاقة غير متجددة،



تعتبر مصادر الطاقة غير المتجددة من مصادر الطاقة غير النظيفة لأنها تنتج مواد ضارة بالبيئة وبصحة الإنسان، ولذلك هناك اتجاه عالمي (خاصةً الدول الصناعية الكبرى) نحو استخدام مصادر الطاقة الطبيعية في توليد الكهرباء وتحويلها إلى العديد من صور الطاقة اللازمة للحياة العملية للإنسان وللحفاظ على البيئة.





الدرس الثاني

الفصل 1

أسئلة

فهم • تطبيق • تحليل



قيم نفسك إلكترونياً

أسئلة الاختيار من متعدد

أولاً

طاقة الحركة

١ صيغة أبعاد الطاقة هي

١ $ML^{-1}T^{-2}$

٢ $ML^{-1}T^2$

٣ ML^2T^{-2}

٤ MLT

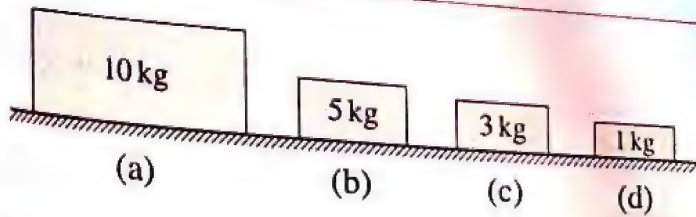
٢ * سيارة كتلتها 2000 kg تسير بسرعة 60 km/h، فتكون طاقة حركتها هي

١ $6 \times 10^4 J$

٢ $3.6 \times 10^5 J$

٣ $1.7 \times 10^4 J$

٤ $2.78 \times 10^5 J$



٣ في الشكل المقابل :

(١) إذا كان للأجسام الأربعة نفس

السرعة فإن الجسم الذي له

أكبر طاقة حركة هو

١ a

٢ c

٣ b

٤ d

(٢) إذا كان للأجسام الأربعة نفس طاقة الحركة فإن الجسم الذي له أكبر سرعة هو

١ a

٢ c

٣ b

٤ d

٤ * الترتيب الصحيح للسيارات الموضحة بالشكل

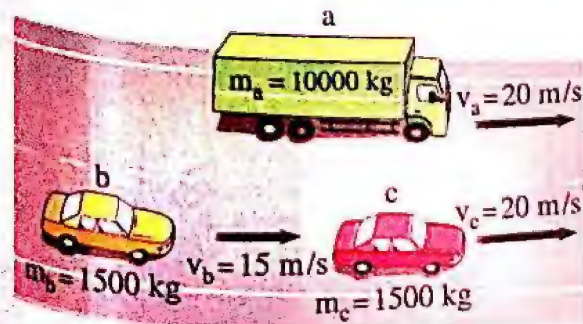
المقابل تبعاً لطاقة حركة كل منها هو

١ $b < c < a$

٢ $c < b < a$

٣ $b > c > a$

٤ $c = b = a$

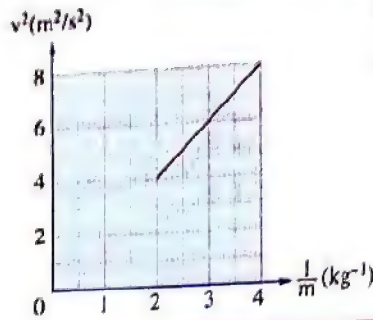


الدرس الثاني

* عداء كتلته 72 kg وطاقة حركته مساوية لطاقة حركة سيارة كتلتها 1200 kg وتحرك بسرعة 2 km/h. فتكون سرعة العداء هي

- 2.27 m/s (أ)
3.04 m/s (ب)
5.14 m/s (ج)
9.26 m/s (د)

* جسم يمكن تغيير كتلته والشكل المقابل يوضح العلاقة البيانية بين مربع مقدار سرعة الجسم (v^2) ومقلوب كتلته ($\frac{1}{m}$). فتكون طاقة حركة الجسم هي



- 0.5 J (أ)
1 J (ب)
2 J (ج)
4 J (د)

* اصطدمت سيارة كتلتها 3×10^3 kg وسرعتها 16 m/s بشجرة فلم تتحرك الشجرة وتوقفت السيارة، فإن :

(١) التغير في طاقة حركة السيارة يساوي

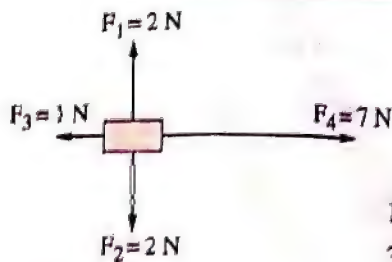
- -3.84×10^5 J (أ)
 -2.4×10^4 J (ب)
 3.84×10^5 J (ج)
 2.4×10^4 J (د)

(٢) الشغل المبذول على الشجرة عندما ترتطم مقدمة السيارة بالشجرة يساوي

- 0 (أ)
 2.4×10^4 J (ب)
 3.84×10^5 J (ج)
 6.23×10^5 J (د)

* جسم كتلته 25 kg يُذَلَّ عليه شغل مقداره 1800 J فتتحرك أفقيًا من السكون مسافة d على مستوى أفقي، فتكون سرعة الجسم بعد قطعه هذه المسافة هي

- 288 m/s (أ)
140 m/s (ب)
 $12\sqrt{2}$ m/s (ج)
12 m/s (د)



الشكل المقابل يوضح أربعة قوى تؤثر على جسم ساكن فيتتحرك أفقيًا مسافة 4 m، فيكون التغير في طاقة حركة الجسم خلال تلك المسافة هو

(علمًا بأن : $g = 10 \text{ m/s}^2$)

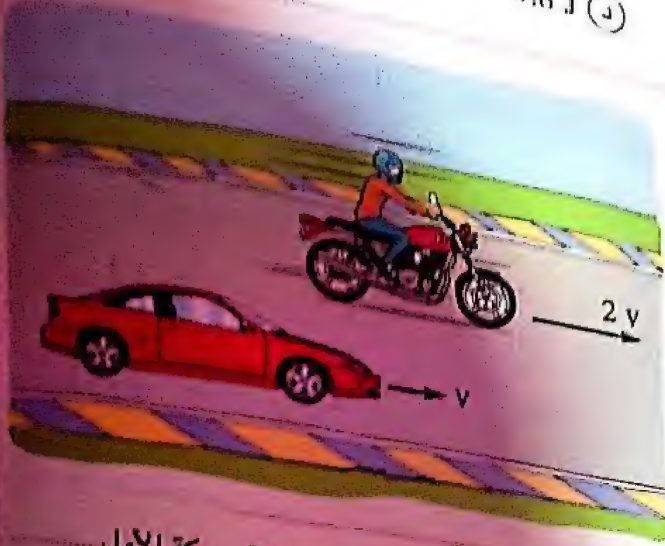
- 8 J (أ)
10 J (ب)
24 J (ج)
32 J (د)

الفصل

1

جسم طاقة حركته 4 J ، فإذا تضاعفت سرعته تصبح طاقة الحركة

- (أ) 8 J
(ب) 16 J
(ج) 4 J
(د) 0.8 J



الشكل المقابل يوضح سيارة كتلتها m وسرعتها v ودراجة نارية كتلتها $\frac{m}{4}$ وسرعتها 2v ، فتكون النسبة بين طاقتي حركتهما $\left(\frac{(K.E.)_{\text{سيارة}}}{(K.E.)_{\text{دراجة}}} \right)$ هي

- (أ) $\frac{1}{2}$
(ب) $\frac{1}{4}$
(ج) $\frac{1}{1}$
(د) $\frac{2}{1}$

جسمان كتلة الأول ضعف كتلة الثاني وسرعة الأول نصف سرعة الثاني فإن طاقة حركة الأول

- (أ) ضعف
(ب) نصف
(ج) ربع
(د) أربعة أمثال

* إذا كانت طاقة الحركة لجسم 36 J وكمية التحرك لنفس الجسم 18 kg.m/s ، فإن :

- (أ) السرعة التي يتحرك بها (الجسم تساوى)
(ب) 1 m/s
(ج) 3 m/s
(د) 4 m/s
(أ) 9 kg
(ب) 18 kg
(ج) 6 kg
(د) 4.5 kg

* جسمان a ، b كتلة الجسم a أربعة أمثال كتلة الجسم b والجسمان لهما نفس طاقة الحركة فتكون النسبة بين كميتي تحرك الجسمين $\left(\frac{P_a}{P_b} \right)$ هي

- (أ) $\frac{1}{2}$
(ب) $\frac{2}{1}$
(ج) $\frac{1}{4}$
(د) $\frac{4}{1}$

10 * كرة كتلتها m تتحرك أفقياً بسرعة v اصطدمت بحائط ثم ارتدت بنصف سرعتها فإن الطاقة المفقودة نتيجة التصادم تساوى

- (أ) $\frac{1}{8} mv^2$ (ب) $\frac{3}{8} mv^2$
(ج) $\frac{1}{4} mv^2$ (د) $\frac{1}{2} mv^2$

11 * يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة فى مسار نصف قطره 20 cm وتؤثر عليه قوة مركزية قدرها 10 N . فتكون طاقة حركة الجسم هى

- (أ) 0.1 J (ب) 0.2 J
(ج) 1 J (د) 2 J

12 * مدفع سريع الطلقات يطلق 600 رصاصة فى الدقيقة فإذا كانت كتلة الرصاصة الواحدة 49 g وسرعتها 200 m/s ، فإن طاقة الحركة الكلية المتولدة فى الثانية تساوى

- (أ) 980 J (ب) 9800 J
(ج) 588 J (د) $588 \times 10^3\text{ J}$

13 * سُددت قذيفة كتلتها 10 g بسرعة 600 m/s تجاه حاجز مطاطى سُمكه 8 cm وكانت سرعة القذيفة لحظة خروجها من المطاط 400 m/s ، فإن :

(١) الشغل الذى تبذله قوة مقاومة المطاط على القذيفة يساوى

- (أ) 1 J (ب) -1 J
(ج) 1000 J (د) -1000 J

(٢) متوسط قوة مقاومة المطاط للقذيفة يساوى

- (أ) 12.5 N (ب) -12.5 N
(ج) 12500 N (د) -12500 N

طاقة الوضع

14 * الطاقة المخزنة فى زنبرك مضغوط هى

- (أ) طاقة حركة (ب) طاقة وضع
(ج) طاقة نووية (د) طاقة تنافر

15 * تسلق رياضى وزنه 700 N جبلاً إلى ارتفاع 200 m من سطح الأرض، فإن الشغل المبذول بواسطة الرياضى يساوى

- (أ) $2 \times 10^4\text{ J}$ (ب) $8 \times 10^4\text{ J}$
(ج) $10 \times 10^4\text{ J}$ (د) $14 \times 10^4\text{ J}$



١١ الشكل المقابل يوضح منضدة موضوع عليها كتاب كتلته 2 kg .

فإن طاقة وضعه تساوي

(علمًا بأن : $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

١) 98 J

٢) 10 J

٣) 2.5 J

٤) 9.8 J

١٢ * جسم طاقة وضعه عند نقطة على ارتفاع 5 m من سطح الأرض تساوي 980 J وعجلة الجاذبية الأرضية

9.8 m/s^2 ، فإن كتلته عند سطح الأرض تساوي

١) 20 kg

٢) 50 kg

٣) 100 kg

٤) 196 kg

١٣ * الشكل المقابل يوضح رافع أثقال يرفع كتلة مقدارها 100 kg .

فيكون الشغل المبذول بواسطة رافع الأثقال هو

(علمًا بأن : $g = 10 \text{ m/s}^2$)

١) 100 J

٢) 200 J

٣) 1000 J

٤) 2000 J



١٤ وصل رجل إلى شقته صعودًا على السلم مرة، وباستخدام المصعد مرة ثانية، أي العبارات التالية صحيحة ؟

١) طاقة وضع الرجل أكبر عند صعوده السلم

٢) طاقة وضع الرجل أكبر عند استخدام المصعد

٣) لا توجد طاقة وضع للرجل عند استخدام المصعد

٤) طاقة وضع الرجل متساوية في الحالتين

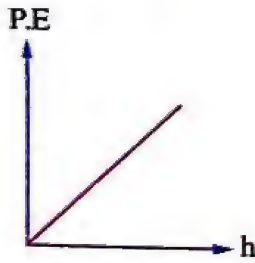
٦ عند قذف جسم رأسياً لأعلى فإنه أثناء الصعود تزداد

- أ) سرعته
- ب) عجلة تحركه
- ج) طاقة وضعه
- د) طاقة حركته

٦ أهما أكبر طاقة وضع الماء أعلى شلال أم طاقة وضعه عند قاع الشلال ؟ ولماذا ؟

الموضع ذو طاقة الوضع الأكبر	السبب
أ) أعلى الشلال	لأن سرعة الماء أعلى الشلال أكبر من سرعته في قاع الشلال
ب) أعلى الشلال	لأن طاقة الوضع تزداد بزيادة الارتفاع
ج) أسفل الشلال	لأن سرعة الماء في قاع الشلال أكبر من سرعته أعلى الشلال
د) أسفل الشلال	لأن طاقة الوضع تزداد بنقص الارتفاع

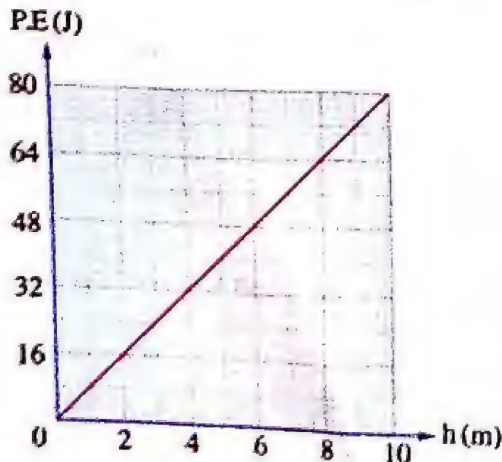
٧ في الشكل البياني المقابل ميل الخط المستقيم يمثل



- أ) كتلة الجسم
- ب) وزن الجسم
- ج) إزاحة الجسم
- د) سرعة الجسم

٨ * الشكل المقابل يوضح العلاقة البيانية بين طاقة وضع

جسم (P.E) وارتفاعه (h) عن سطح الأرض، فإن كتلة هذا الجسم تساوي

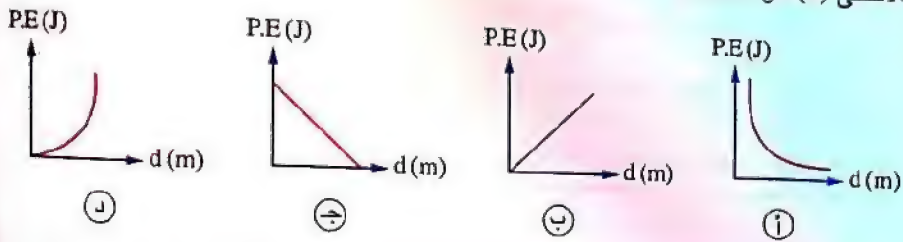


- أ) 0.5 kg
- ب) 0.82 kg
- ج) 8 kg
- د) 78.4 kg

٢٩ * لديك صندوقان (a)، (b)، وزنهما 40 N ، 60 N على الترتيب، الصندوق (a) موضوع على الأرض بينما الصندوق (b) موضوع على ارتفاع 2 m فوق الأرض، فإن الارتفاع الذي يرفع إليه الصندوق (a) حتى يصبح له طاقة وضع الصندوق (b) هو

- (أ) 1.3 m
(ب) 1.5 m
(ج) 3 m
(د) 5 m

٣٠ الشكل البياني المعبّر عن تغير طاقة الوضع (P.E) لجسم يسقط سقوطًا حرًا بتغير بُعده عن موضعه الأصلي (d) هو



٣١ في الشكل المقابل عربة ملاهي كتلتها m

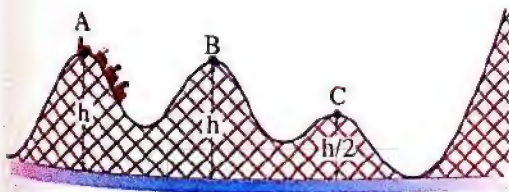
عديمة الاحتكاك مع السطح تمر بالنقطة A بسرعة خطية v_1 ، فإن مقدار الشغل الذي تبذله قوة الجاذبية الأرضية على العربة لتنتقل من النقطة A إلى :

(١) النقطة B هو

- (أ) 0
(ب) $\frac{1}{2} mgh$
(ج) mgh
(د) $2 mgh$

(٢) النقطة C هو

- (أ) 0
(ب) $\frac{1}{2} mgh$
(ج) mgh
(د) $2 mgh$



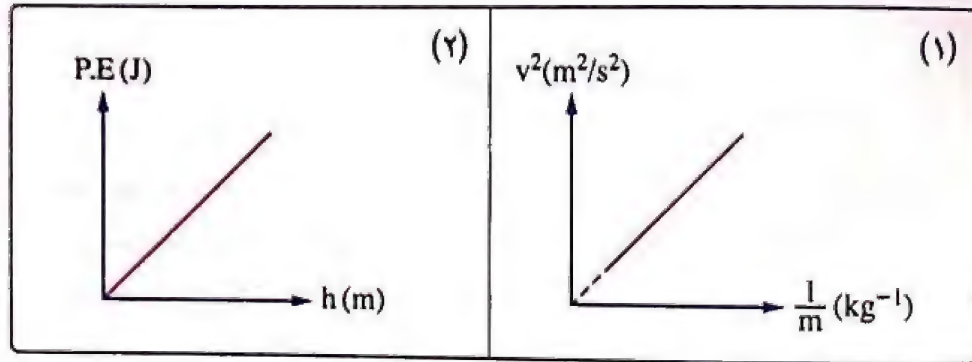
أسئلة المقال

ثانياً

١ فسر العبارات التالية :

- (١) طاقة الحركة كمية قياسية.
- (٢) طاقة حركة جسم ساكن تساوى صفر.
- (٣) عند قذف جسم رأسياً إلى أعلى تزداد طاقة الوضع له أثناء الصعود.

٢ اكتب العلاقة الرياضية التي يمثلها الأشكال البيانية التالية وما يعبر عنه ميل الخط المستقيم :

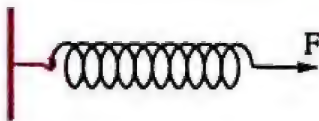


«حيث (v) سرعة الجسم، (m) كتلة الجسم، (P.E) طاقة الوضع، (h) الارتفاع»

٢ قارن بين طاقة الوضع المرنة و طاقة الوضع الثقالية (من حيث : المفهوم).

٣ الشكل المقابل يوضح ملف زنبركي مشدود بقوة F،

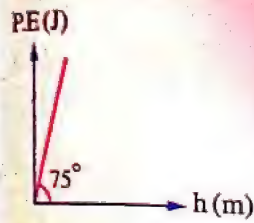
ماذا يحدث عند زوال هذه القوة ؟ مع التفسير.



أنماط جديدة من الأسئلة

اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :

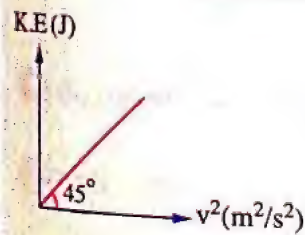
- جسم كتلته 2 kg يتحرك بسرعة منتظمة فكانت طاقة حركته 25 J فإن
- مقدار سرعة الجسم يساوي 100 m/s
 - مقدار سرعة الجسم يساوي 12.5 m/s
 - مقدار سرعة الجسم يساوي 5 m/s
 - الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المحصلة يساوي صفر
 - الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المحصلة يساوي 25 J



الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين طاقة وضع جسم (P.E) وارتفاعه (h) عن سطح الأرض، فإن

علماً بأن : $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ، المحوران ممثلان بنفس مقياس الرسم

- ميل الخط يعبر عن كتلة الجسم
- ميل الخط يعبر عن وزن الجسم
- ميل الخط يعبر عن سرعة الجسم
- كتلة الجسم تساوي 0.4 kg
- كتلة الجسم تساوي 3.7 kg



الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين طاقة الحركة (K.E) لجسم كتلته m ومربع مقدار سرعة الجسم (v^2) فإن

علماً بأن : $g = 10 \text{ m/s}^2$ ، المحوران مرسومان بنفس مقياس الرسم

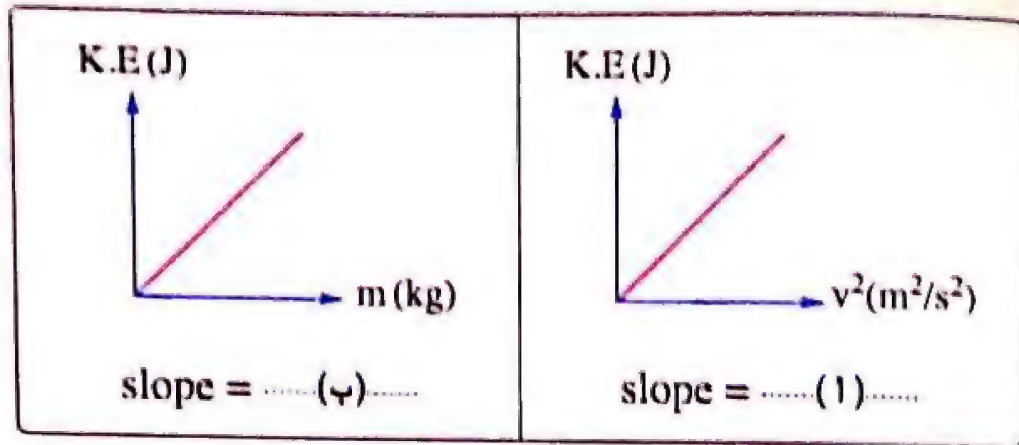
- كتلة الجسم تساوي 0.5 kg
- كتلة الجسم تساوي 1 kg
- كتلة الجسم تساوي 2 kg
- وزن الجسم يساوي 0.05 N
- وزن الجسم يساوي 20 N

الجول هو

- طاقة حركة كرة كتلتها 2 kg تتحرك بسرعة 1 m/s
- وحدة قياس كل من الوزن والقوة
- الشغل المبذول على جسم يتحرك إزاحة أفقية 1 m عندما تؤثر عليه قوة أفقية 1 N
- يكافئ نيوتن/متر
- وحدة قياس كل من الشغل وكمية التحرك

اختر من القائمة ما يناسب الفراغات ،

2 m
$\frac{m}{2}$
2 v
$\frac{v^2}{2}$
4 v



«حيث (K.E) طاقة الحركة، (v) سرعة الجسم، (m) كتلة الجسم»

2.5
5
25
1500
2500

طاقة الحركة لجسم (K.E)	السرعة (v)	الكتلة (m)
.....(1)..... J	10 m/s	50 kg
5000 J	.....(پ)..... m/s	400 kg

0
5
25
125
200

طاقة الوضع للجسم (P.E)	ارتفاع الجسم عن سطح الأرض (h)	الكتلة (m)
2500	.....(1)..... m	50 kg
2500 J	0.01 km	.....(پ)..... kg

(علماً بأن : $g = 10 \text{ m/s}^2$)

على الفصل الأول

اختبار

أحد الإجابة الصحيحة (١ : ١٠)

اتجاه الإزاحة.

- ١ يكون الشغل المبذول على جسم سالباً عندما تكون القوة المؤثرة عليه
- (أ) في نفس
- (ب) عكس
- (ج) عمودية على
- (د) لا توجد إجابة صحيحة



- ٢ في الشكل الموضح أي النقاط التالية تكون عندها طاقة وضع ثقل البندول أكبر ؟
- (أ) x
- (ب) y
- (ج) z
- (د) متساوية عند جميع النقاط

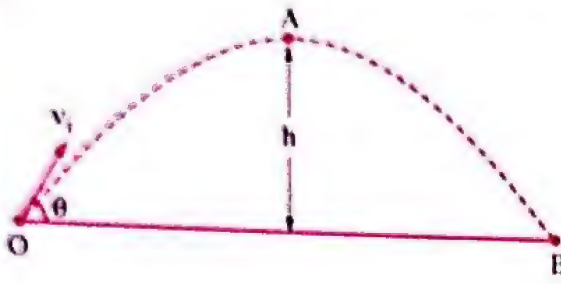
- ٣ عند زيادة سرعة سيارة إلى الضعف، فإن طاقة حركتها
- (أ) تقل إلى النصف
- (ب) تزيد إلى الضعف
- (ج) تزداد إلى أربعة أمثال
- (د) تظل ثابتة



- ٤ في الشكل الموضح إذا تحرك الجسم إزاحة 2 m على سطح عديم الاحتكاك، فإن الشغل المبذول عليه
- (أ) أكبر من 40 J
- (ب) أقل من 40 J
- (ج) يساوي 40 J
- (د) يساوي صفر

- ٥ سيارة كتلتها 1000 kg تسير بسرعة ثابتة لمسافة 100 m على منحدر ميله 30°، فيكون مقدار التغير في طاقة وضع السيارة من بداية المنحدر إلى أسفله هو
- (أ) $4.9 \times 10^5 \text{ J}$
- (ب) $5.8 \times 10^5 \text{ J}$
- (ج) $6.7 \times 10^5 \text{ J}$
- (د) $8.6 \times 10^5 \text{ J}$

($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)



١ في الشكل المقابل قذفت كرة كتلتها 0.25 kg بسرعة ابتدائية 8 m/s وفي اتجاه يميل على الأفقى بزاوية 60° ، فإن التغير في الطاقة الحركية للكرة من نقطة قذفها (O) إلى أقصى ارتفاع تصل إليه عند النقطة (A) يساوى

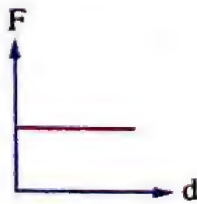
- (أ) -1 J
 (ب) -2 J
 (ج) -6 J
 (د) -8 J

٢ إذا قلت طاقة حركة كرة إلى الثلث فإن هذا يعنى أن سرعتها ما كانت عليه.

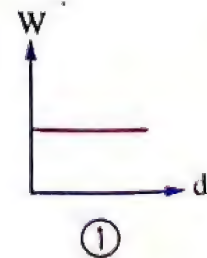
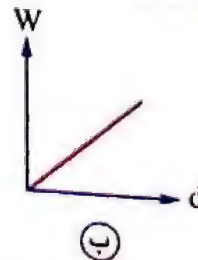
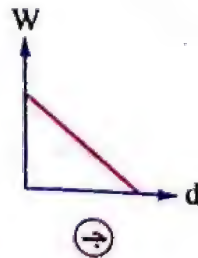
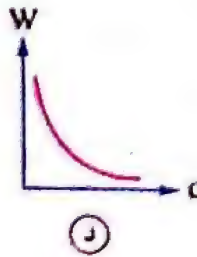
- (أ) قلت إلى $\frac{1}{3}$
 (ب) قلت إلى $\frac{1}{9}$
 (ج) قلت إلى $\frac{1}{\sqrt{3}}$
 (د) زادت إلى 3 أمثال

٣ إذا كان وزن جسم على سطح الأرض 6 أمثال وزنه على سطح القمر، فإن النسبة بين طاقة حركته على سطح الأرض وطاقة حركته على سطح القمر عندما يتحرك بنفس السرعة تساوى

- (أ) $\frac{1}{6}$
 (ب) $\frac{1}{1}$
 (ج) $\frac{6}{1}$
 (د) $\frac{36}{1}$



٤ الشكل المقابل يوضح العلاقة بين القوة المؤثرة على جسم وإزاحته، فتكون العلاقة بين الشغل المبذول والإزاحة



١٠ كرتان متماثلتان A , B ألقيتا من نفس الارتفاع حيث قذفت A أفقياً بسرعة v وتركت B لتسقط سقوطاً حراً، فعند لحظة ملامستهما للأرض يكون

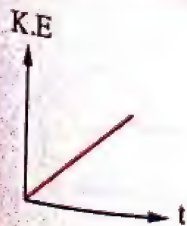
- (أ) $(K.E)_A > (K.E)_B$
 (ب) $(K.E)_A = (K.E)_B \neq 0$
 (ج) $(K.E)_A < (K.E)_B$
 (د) $(K.E)_A = (K.E)_B = 0$

• أجب عما يأتي (١١ : ١٧) :

١١ جسمان A , B كتليهما 1 g , 4 g على الترتيب، فإذا كان لهما نفس طاقة الحركة، احسب النسبة بين كمية تحرك الجسم A وكمية تحرك الجسم B على الترتيب.

١٢ إذا كانت طاقة وضع جسم كتلته 15 kg على ارتفاع h من سطح الأرض هي 1200 J، احسب ارتفاع الجسم عن سطح الأرض. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

١٣ وفقاً لنموذج بور لتكوين الذرة، يدور الإلكترون حول النواة في مدار دائري منتظم، وضح لماذا لا تبذل القوة الجاذبة المركزية شغلاً على الإلكترون أثناء دورانه.



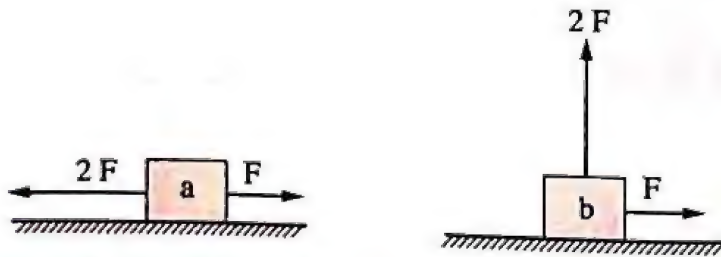
١٤ الشكل البياني المقابل يعبر عن تغير طاقة حركة جسم كتلته m بمرور الزمن، هل الجسم يتحرك بعجلة منتظمة أم بعجلة غير منتظمة ؟

اختبار

١٥) قذف طالب حجر لأعلى فوصل الحجر إلى ارتفاع 12 m ، فإذا قذف نفس الطالب الحجر بنفس السرعة على سطح القمر ، احسب الارتفاع الذي يصل إليه الحجر مستخدمًا معادلات الشغل والطاقة. (علمًا بأن : عجلة الجاذبية على سطح القمر = $\frac{1}{6}$ عجلة الجاذبية على سطح الأرض)

١٦) يبذل عامل شغلًا قدره 360 J ضد قوة احتكاك مقدارها 20 N في دفع مكنسة على الأرض بسرعة ثابتة لمدة 4.5 s ، احسب مقدار السرعة التي تتحرك بها المكنسة.

١٧) في الشكلين الموضحين جسمين a ، b متماثلان وموضوعان على سطح أفقى ، يؤثر على كل منهما قوتين F ، 2 F لفترة زمنية t فيتحرك كل منهما إزاحة d فى الاتجاه الأفقى ، أى الجسمين يبذل عليه شغل أكبر ؟



الفصل

2

قانون بقاء الطاقة

اختبار

على
الفصل الثاني

نواتج التعلم المتوقعة

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادراً على أن :

- يطبق قانون بقاء الطاقة على تغيرات طاقة الوضع وطاقة الحركة عند قذف جسم لأعلى.
- يحلل قانون بقاء الطاقة في الحياة العملية.



في هذا الفصل سوف نتعرف :

◀ استنتاج قانون بقاء الطاقة الميكانيكية.

◀ قانون بقاء الطاقة في الحياة العملية.

الفصل 2

* درسنا في الفصل السابق أن طاقة الجسم هي قدرة الجسم على بذل شغل، وهناك صور متعددة للطاقة يمكن أن تتحول إحداها للآخرى. **مثل:**



طاقة حركة في شلال الماء

تتحول إلى

1 طاقة الوضع



طاقة ميكانيكية تتمثل في حركة السيارات والقطارات

تتحول إلى

2 طاقة الوضع الكيميائية المخزنة في الوقود (بنزين وغير ذلك)



طاقة حرارية وضوئية

تتحول إلى

3 الطاقة الكهربائية في المصباح



طاقة كهربائية عند توصيلها في دائرة كهربائية مغلقة

تتحول إلى

4 طاقة الوضع الكيميائية المخزنة في البطارية



طاقة ضوئية وحرارية عند اشتعاله

تتحول إلى

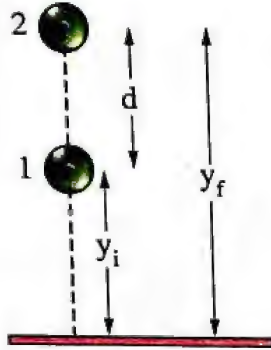
5 طاقة الوضع الكيميائية المخزنة في الخشب

* عند تحول الطاقة من صورة لأخرى تظل كمية الطاقة ثابتة، وهذا ما يعرف باسم **قانون بقاء الطاقة**.

الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم، ولكن يمكن أن تتحول من صورة إلى أخرى.

فيما يلي سندرس إحدى صور قانون بقاء الطاقة وهو قانون بقاء الطاقة الميكانيكية.

استنتاج قانون بقاء الطاقة الميكانيكية



نفرض جسم كتلته m قُذِفَ رأسياً إلى أعلى من النقطة (1) بسرعة ابتدائية v_i عكس اتجاه الجاذبية الأرضية ليصل إلى النقطة (2) بسرعة v_f ، فإن الشغل المبذول على الجسم بفعل قوة الجاذبية أثناء ارتفاعه يعمل على :

(1) زيادة طاقة الوضع للجسم بزيادة الارتفاع.

(2) نقص طاقة الحركة للجسم بنقص سرعته.

من المعادلة الثالثة للحركة : $v_f^2 - v_i^2 = 2ad$

∴ الجسم يتحرك لأعلى في عكس اتجاه مجال الجاذبية الأرضية.

$$\therefore a = -g$$

$$\therefore v_f^2 - v_i^2 = -2gd$$

بضرب المعادلة السابقة في $(\frac{1}{2}m)$:

$$\frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = -mgd$$

$$\therefore d = y_f - y_i$$

$$\therefore \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = -mg(y_f - y_i)$$

$$\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = -mgy_f + mgy_i$$

$$mgy_f + \frac{1}{2}mv_f^2 = mgy_i + \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$(P.E)_f + (K.E)_f = (P.E)_i + (K.E)_i$$

أي أنه :

مجموع طاقتي الوضع والحركة عند النقطة (1) = مجموع طاقتي الوضع والحركة عند النقطة (2)

الاستنتاج : بإهمال قوى الاحتكاك يكون مجموع طاقتي الوضع والحركة لجسم يتحرك بتأثير قوة الجاذبية عند أي نقطة في مساره = مقدار ثابت يطلق عليه **الطاقة الميكانيكية (E)**.
أي أنه : كلما زادت طاقة حركة الجسم فإن ذلك يكون على حساب طاقة الوضع (تقل طاقة الوضع) والعكس صحيح.

كما سبق يمكن تعريف الطاقة الميكانيكية وقانون بقاء الطاقة الميكانيكية كالتالي :

قانون بقاء الطاقة الميكانيكية
مجموع طاقتي الوضع والحركة لجسم عند أي نقطة في مساره عندما يتحرك تحت تأثير الجاذبية الأرضية وبإهمال مقاومة الهواء يساوي مقدار ثابت يسمى الطاقة الميكانيكية.

الطاقة الميكانيكية
مجموع طاقتي الوضع والحركة لجسم.

ملاحظات

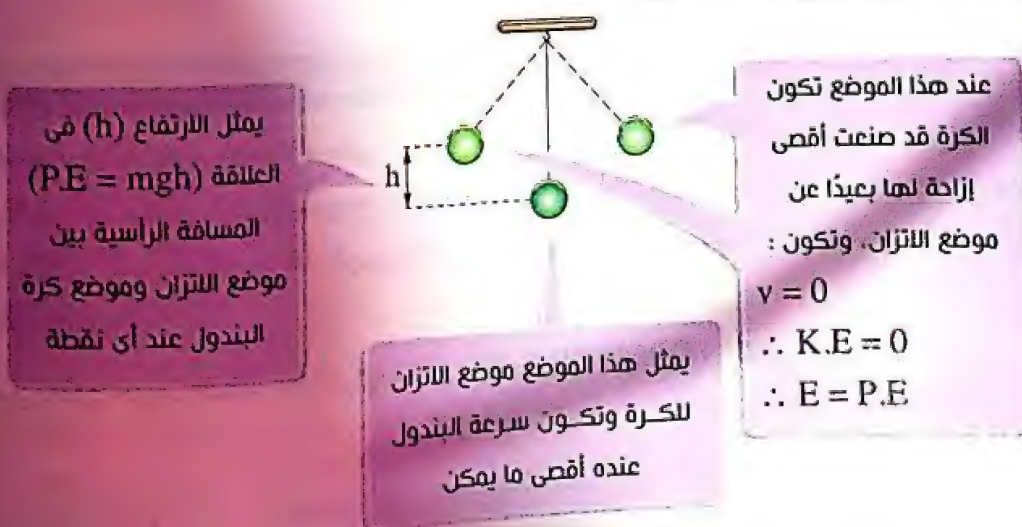
(١) عندما يتحرك جسم رأسيًا تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية وبإهمال مقاومة الهواء، فإن :

الارتفاع (h)	طاقة الوضع (P.E)	السرعة (v)	طاقة الحركة (K.E)	الطاقة الميكانيكية (E) = K.E + P.E
عند أقصى ارتفاع	h	0	0	$(P.E)_{max} = mgh$
عند منتصف المسافة بين سطح الأرض وأقصى ارتفاع	$\frac{h}{2}$	\sqrt{gh}	$\frac{1}{2} mgh$	$2 P.E = 2 K.E = mgh$
لحظة وصول الجسم لسطح الأرض	0	$\sqrt{2gh}$	mgh	$(K.E)_{max} = mgh$

وبالتالي :

$$E = P.E_{(عند أقصى ارتفاع)} = K.E_{(عند سطح الأرض)}$$

(٢) في حالة البندول البسيط كما بالشكل :



مثال ١

A $y_i = 30 \text{ m}$
 $v_i = 0$

B $(y_f)_1 = 20 \text{ m}$

C $(y_f)_2 = 0$
 $(v_f)_2 = ?$

في الشكل المقابل جسم ساكن على ارتفاع 30 m من سطح الأرض له طاقة وضع 1470 J ، فإذا سقط الجسم لأسفل فإن :
(علماً بأن : $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

(١) طاقة وضع الجسم وطاقة حركته عند ارتفاع 20 m من سطح الأرض هما

طاقة الحركة	طاقة الوضع	
980 J	490 J	أ
490 J	490 J	ب
980 J	980 J	ج
490 J	980 J	د

(٢) سرعة الجسم لحظة اصطدامه بالأرض تساوي

19.8 m/s ب

28 m/s د

14 m/s أ

24.25 m/s ج

الحل

$y_i = 30 \text{ m}$ $(P.E)_i = 1470 \text{ J}$ $v_i = 0$ $(y_f)_1 = 20 \text{ m}$ $(y_f)_2 = 0$
 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ $(P.E)_1 = ?$ $(K.E)_1 = ?$ $(v_f)_2 = ?$

(١) * عند الموضع A :

$(P.E)_i = mgy_i \approx 1470 \text{ J}$

$m \times 9.8 \times 30 = 1470$, $m = 5 \text{ kg}$

* عند الموضع B :

$(P.E)_1 = mg(y_f)_1 = 5 \times 9.8 \times 20 = 980 \text{ J}$

بتطبيق قانون بقاء الطاقة الميكانيكية على الموضعين A , B :

$(P.E)_1 + (K.E)_1 = (P.E)_i + (K.E)_i$

$980 + (K.E)_1 = 1470 + 0$, $(K.E)_1 = 490 \text{ J}$

∴ الاختيار الصحيح هو د

(٢) بتطبيق قانون بقاء الطاقة الميكانيكية على الموضعين A ، C :

$$(P.E)_i + (K.E)_i = (P.E)_f + (K.E)_f$$

$$1470 + 0 = 0 + \left(\frac{1}{2} \times 5 \times (v_f)_2^2\right)$$

$$(v_f)_2 = 24.25 \text{ m/s}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

كان المطلوب حساب الشغل الذي تبذله قوة الجاذبية على الجسم من لحظة سقوطه وحتى وصوله لسطح الأرض، ما إجابتك ؟

ماذا لو

مثال ٢

قُذِفَ جسم من نقطة عند سطح الأرض رأسياً إلى أعلى بسرعة 10 m/s ، فإن أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم هو

1 m (ب)

0.5 m (ا)

10 m (د)

5 m (ج)

الحل

$$v_i = 10 \text{ m/s}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h = ?$$

$$K.E_{\text{(عند سطح الأرض)}} = P.E_{\text{(عند أقصى ارتفاع)}}$$

$$\frac{1}{2} m v_i^2 = mgh$$

$$\frac{1}{2} \times (10)^2 = 10 \times h$$

$$h = 5 \text{ m}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

كانت كتلة الجسم 1 kg ، فما هي طاقته الميكانيكية عند أقصى ارتفاع يصل إليه ؟

ماذا لو



سقطت كرتان a ، b متماثلتان في الحجم وكتلتيهما m ، $2m$ على الترتيب من ارتفاع h عن سطح الأرض كما بالشكل، ما الكمية الفيزيائية التي تكون متماثلة للكرتين عند منتصف المسافة في طريقهما إلى سطح الأرض ؟

- ① طاقة الوضع ② طاقة الحركة
③ الطاقة الميكانيكية ④ السرعة

الصل

بالنسبة للكرة b

بالنسبة للكرة a

عند منتصف أقصى ارتفاع رأسي

① طاقة الوضع

$$P.E = \frac{1}{2} \times 2 mgh = mgh$$

$$P.E = \frac{1}{2} mgh$$

② طاقة الحركة

$$K.E = mgh$$

$$K.E = \frac{1}{2} mgh$$

③ الطاقة الميكانيكية

$$E = P.E + K.E = 2 mgh$$

$$E = P.E + K.E = mgh$$

④ السرعة

$$\therefore v_f^2 = v_i^2 + 2gd$$

$$\therefore v_i = 0 , d = \frac{h}{2}$$

$$\therefore v_f^2 = 2g \frac{h}{2}$$

$$\therefore v_f = \sqrt{gh}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ③

كان المطلوب حساب النسبة بين الطاقة الميكانيكية للكرتين $\left(\frac{E_a}{E_b}\right)$ عند وصولهما لسطح الأرض.

ماذا لو

ما إجابتك ؟

مسألة ٤

يبين الشكل المقابل كرة كتلتها 4 kg معلقة بخيط تتأرجح
بشكل حر في مستوى محدد، فإن أقصى سرعة تبلغها
الكرة أثناء تأرجحها تساوي
(علماً بأن: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

- (أ) 4.9 m/s
(ب) 0.7 m/s

الصل

وسيلة مساعدة

أثناء تأرجح كرة البندول لعدم سرعتها عند النقطتين a و c وتبلغ أقصى سرعة لها عند النقطة b :
يتطبيق قانون بقاء الطاقة عند النقطتين a و b :

$$(P.E)_a + (K.E)_a = (P.E)_b + (K.E)_b$$

$$mgh + 0 = 0 + \frac{1}{2} mv_b^2$$

$$gh = \frac{1}{2} v_{\max}^2$$

$$v_{\max} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 2.5 \times 10^{-2}} = 0.7 \text{ m/s}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

ماذا
لو

ما إجابتك ؟

اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

كرة تسقط سقوطاً حراً من ارتفاع h عن سطح الأرض لتصل بـ سطح الأرض ثم ترتد مرة أخرى، أي
الارتفاعات الآتية لا يمكن أن يمثل الارتفاع الذي سترتد إليه الكرة ؟

(أ) $\frac{2h}{3}$

(ب) $\frac{3h}{4}$

(ج) $\frac{3h}{2}$

(د) $\frac{h}{2}$

قانون بقاء الطاقة في الحياة العملية

توجد أمثلة كثيرة للتحويل المتبادل بين طاقة الوضع (P.E) وطاقة الحركة (K.E)، منها :



١ قذف جسم (كرة) لأعلى

E	K.E	P.E	
1000 J	0	1000 J	
1000 J	250 J	750 J	
1000 J	500 J	500 J	
1000 J	750 J	250 J	
1000 J	1000 J	0	

عند قذف كرة رأسياً لأعلى من سطح الأرض، تكون طاقة وضعها صفر وطاقة حركتها نهاية عظمى.
عندما تبدأ الكرة في الحركة لأعلى تزداد طاقة وضعها تدريجياً وتقل طاقة حركتها بنفس المقدار، ويستمر ذلك حتى تصل الكرة لأقصى ارتفاع لها فتكون طاقة الحركة صفر وطاقة الوضع نهاية عظمى.
عندما تبدأ الكرة في العودة إلى المستوى الذي قُذفت منه تزداد طاقة الحركة وتقل طاقة الوضع تدريجياً حتى تصل إلى المستوى الذي قُذفت منه مرة أخرى فتكون طاقة الوضع صفر وطاقة الحركة نهاية عظمى.



١ الوثب العالي في ألعاب القوى

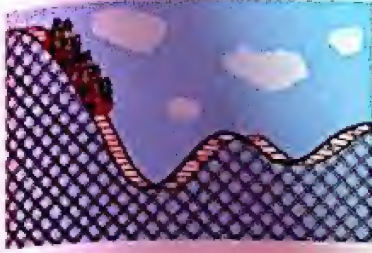
حيث تُخزن طاقة الوضع في الزانة أثناء الوثبة، ثم تتحول إلى طاقة حركة.



٢ قذف السهم من القوس

حيث تُخزن طاقة الوضع في وتر مشدود، ثم تتحول إلى طاقة حركة عند تركه حرّاً.

٤ عربة الملهي



يُستخدم في الملهي محرك ضخم لسحب عربات قطار الملهي إلى قمة المرتفع فتخزن قدرًا كبيرًا من طاقة الوضع لأن المحرك استخدم الطاقة لرفع العربات والأشخاص داخلها عكس الجاذبية، وعندما تصل عربات القطار إلى قمة المنحنى وتترك لتتخفف ثانية فإن طاقة الوضع تتحول إلى طاقة حركة تدريجيًا، وبإهمال قوى الاحتكاك يظل مجموع الطاقتين ثابتًا، ولذلك يجب أن يكون المرتفع الأول هو الأعلى لإختزان أكبر قدر ممكن من طاقة الوضع في العربات.



٥ الماء المخزن خلف السد

حيث إن مستواه أعلى من مستوى الماء أمام السد وبذلك يخزن طاقة وضع تتحول إلى طاقة حركة عندما يبدأ سقوط الماء عبر السد.

قانون بقاء الطاقة

تجربة ٦ عملية



الغرض من التجربة

• إثبات قانون بقاء الطاقة الميكانيكية.

الأدوات

- كرة تنس.
- ميزان رقمي.
- شريط لاصق.
- ساعة إيقاف.
- شريط مترى.

الخطوات

- (١) عيّن كتلة كرة التنس بالجرام باستخدام الميزان الرقمي ثم حولها إلى الكيلوجرام.
- (٢) الصق قطع شريط لاصق على الحائط على ارتفاعات مختلفة (1 m ، 2 m ، 2.5 m) على الترتيب.
- (٣) اسقط كرة التنس من أول ارتفاع وعيّن الزمن اللازم لوصولها لسطح الأرض.
- (٤) كرر المحاولة السابقة عدة مرات.

(ه) كرر الخطوتين (٣) ، (٤) للارتفاعات الأخرى (2 m , 2.5 m) مع تسجيل النتائج فى الجدول التالى :

متوسط الزمن	الزمن (t)			الارتفاع (h)
	المحاولة الاولى	المحاولة الثانية	المحاولة الثالثة	
.....	1 m
.....	2 m
.....	2.5 m

(٦) احسب طاقة الوضع عند كل ارتفاع من العلاقة : $P.E = mgh$ (علمًا بأن : $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

(٧) احسب السرعة النهائية (v_f) للكرة لحظة اصطدامها بالأرض باستخدام المعادلة الاولى

$$v_f = v_i + gt \quad \text{للحركة :}$$

حيث : $v_i = 0$ لأن الكرة سقطت من سكون.

(٨) احسب طاقة حركة الكرة لحظة اصطدامها بالأرض من العلاقة : $K.E = \frac{1}{2} mv_f^2$

(٩) سجل النتائج السابقة فى الجدول التالى :

الارتفاع (h)	طاقة الوضع (P.E)	طاقة الحركة (K.E)
1 m
2 m
2.5 m

الاستنتاج

- زيادة الارتفاع تزداد طاقة الوضع.
- طاقة الوضع عند أقصى ارتفاع = طاقة الحركة عند سطح الأرض = الطاقة الميكانيكية.
- أى أنه :

$$\text{الطاقة الميكانيكية} = \text{طاقة الوضع} + \text{طاقة الحركة} = \text{مقدار ثابت}$$

* الشكلان التاليان يمثلان محاولتين مختلفتين لإطلاق سهمين من نفس القوس، أي السهمين تكون سرعته أكبر لحظة انطلاقه ؟



(٢)



(١)

أ) السهم (١)

ب) السهم (٢)

ج) كلاهما يتطلق بنفس السرعة

د) لا يمكن تحديد الإجابة

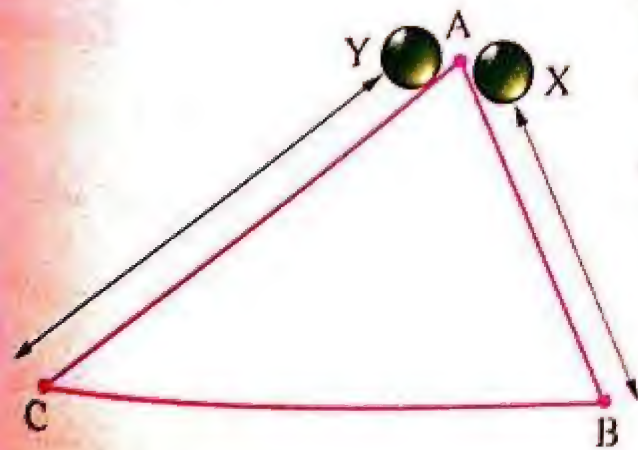
في الشكل المقابل كرتان متماثلتان (Y ، X) تنحدران معاً من نقطة (A) إلى أسفل، إحداهما على المنحدر (AB)، والأخرى على المنحدر (AC)، أي العبارات الآتية يصف وصول الكرتين إلى النقطتين (C ، B) ؟

أ) تصل الكرة (Y) أولاً

ب) سرعة الكرة (X) أكبر

ج) تصل الكرتان معاً

د) سرعة الكرتين متساوية





أولاً

أسئلة الاختيار من متعدد

قيم نفسك إلكترونياً

١ إذا قُذِفَ جسم رأسياً لأعلى، فأى الكميات الفيزيائية الآتية تساوى صفر عند أقصى ارتفاع ؟

- أ) قوة الجاذبية الأرضية
- ب) العجلة
- ج) طاقة الوضع
- د) السرعة

٢ عند قذف جسم لأعلى فإنه أثناء الصعود

- أ) تزداد طاقة الحركة وتتناقص طاقة الوضع
- ب) تتناقص طاقة الحركة وتزداد طاقة الوضع
- ج) تزداد كل من طاقتي الوضع والحركة
- د) تتناقص كل من طاقتي الوضع والحركة

٣ عند قذف جسم لأعلى ثم عودته إلى النقطة التي قُذِفَ منها، فإن طاقته الميكانيكية

- أ) تزداد طوال الحركة
- ب) لا تتغير طوال الحركة
- ج) تقل طوال الحركة
- د) تزداد أثناء الصعود وتقل أثناء الهبوط

٤ تنزلق كرة على سطح مائل مهمل الاحتكاك، فإن :

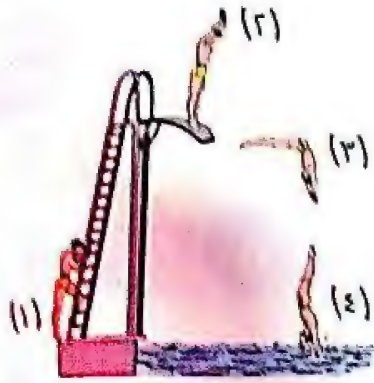
- أ) سرعتها أثناء انزلاقها.
- ب) تزداد بمعدل منتظم
- ج) تقل بمعدل منتظم
- د) لا تتغير

٥ طاقة حركتها أثناء الانزلاق

- أ) تزداد
- ب) تقل ولا تساوى الصفر
- ج) تساوى صفر
- د) لا تتغير

٦ عند تصميم مهندس لعبة القطار فى الملاهى قام بتصميم المرتفع الأول ليكون أعلى المرتفعات، ويرجع ذلك

- أ) لزيادة قوة جذب الأرض للعربات
- ب) لتقليل الشغل المبذول على العربات عند هبوطها
- ج) لتقليل مقاومة الهواء
- د) لاختزان أكبر طاقة وضع فى العربات



١ * في الشكل المقابل، تكون طاقة الحركة للرجل أكبر ما يمكن عند الوضع

- (أ) (١)
(ب) (٢)
(ج) (٣)
(د) (٤)

٢ الشكل المقابل يوضح بندول بسيط يتأرجح، فتكون

- (أ) طاقة الحركة عند C قيمة عظمى
(ب) الطاقة الميكانيكية عند A < الطاقة الميكانيكية عند B
(ج) طاقة الوضع عند A قيمة عظمى
(د) طاقة الوضع عند C < طاقة الوضع عند A



٣ النسبة بين الطاقة الميكانيكية لجسم قُذف رأسياً إلى أعلى وطاقة وضعه عند أقصى ارتفاع

- (أ) $\frac{2}{1}$
(ب) $\frac{1}{2}$
(ج) $\frac{1}{1}$
(د) $\frac{1}{4}$

٤ سقط جسم كتلته m سقوطاً حراً، فإذا كانت سرعته عند منتصف المسافة بين موضع سقوطه و سطح الأرض هي v فإن الطاقة الميكانيكية له هي

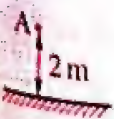
- (أ) $\frac{1}{4} mv^2$
(ب) $\frac{1}{2} mv^2$
(ج) mv^2
(د) $2 mv^2$

٥ * قُذف جسم إلى أعلى بسرعة 40 m/s إذا كانت طاقة وضعه عند أقصى ارتفاع هي 4000 J، فإن كتلته تساوي

- (أ) 1.25 kg
(ب) 5 kg
(ج) 50 kg
(د) 200 kg

٦ * في الشكل المقابل جسم كتلته 10 kg يسقط سقوطاً حراً، فإذا كانت طاقته الميكانيكية عند النقطة B هي 800 J، فإن طاقة حركته عند النقطة A تساوي

(علماً بأن : $g = 10 \text{ m/s}^2$)



- (أ) 200 J
(ب) 400 J
(ج) 600 J
(د) 800 J

١٤ * جسم كتلته 0.5 kg يسقط من ارتفاع 100 m سقوطاً حرّاً، فإن الطاقة الميكانيكية بعد أن يقطع مسافة 20 m من بداية الحركة تساوى
(علمًا بأن : $g = 10 \text{ m/s}^2$)

١٠٠ J (أ)

400 J (ب)

500 J (ج)

700 J (د)

١٥ جسم كتلته 12 kg يسقط سقوطاً حرّاً، فإذا كانت طاقته الميكانيكية عند منتصف المسافة بين موضع سقوطه وسطح الأرض 150 J فإن سرعته لحظة اصطدامه بسطح الأرض تساوى

5 m/s (أ)

25 m/s (ب)

50 m/s (ج)

100 m/s (د)

١٦ * قذف جسم كتلته 0.2 kg رأسياً لأعلى بسرعة 20 m/s، فإن :
(علمًا بأن : $g = 10 \text{ m/s}^2$)

(١) أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم يساوى

1 m (أ)

20 m (ب)

40 m (ج)

200 m (د)

(٢) سرعة الجسم عند ارتفاع 10 m من سطح الأرض تساوى

14.14 m/s (أ)

20.21 m/s (ب)

25.31 m/s (ج)

30.42 m/s (د)

١٧ الشكل المقابل يوضح العلاقة البيانية بين طاقة الحركة

(K.E) لجسم يسقط من ارتفاع 10 m فوق سطح

الأرض ومربع سرعته (v^2) أثناء السقوط، فتكون طاقة

وضعه على ارتفاع 2 m هى

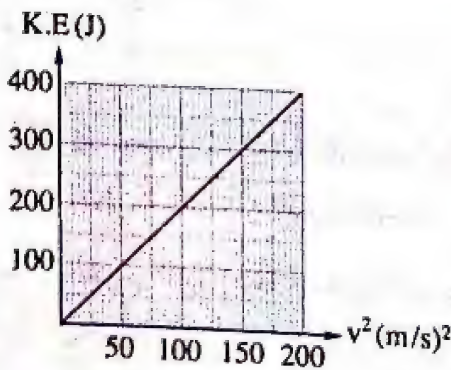
(علمًا بأن : $g = 10 \text{ m/s}^2$)

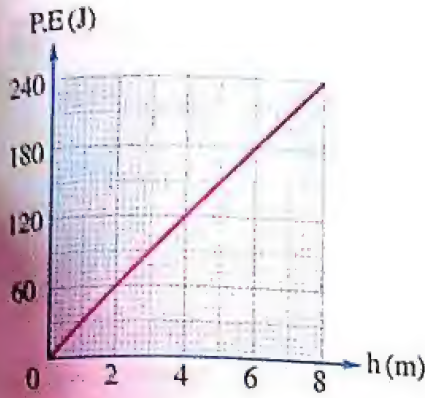
20 J (أ)

40 J (ب)

60 J (ج)

80 J (د)





١٦ * قذف جسم رأسياً لأعلى من نقطة عند سطح الأرض لتصل سرعته إلى الصفر عند ارتفاع 8 m ، والشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين طاقة وضع الجسم (P.E) وارتفاعه عن سطح الأرض (h) ، فتكون :
(علمًا بأن : $g = 10 \text{ m/s}^2$)

(١) كتلة الجسم هي

- Ⓐ 1 kg Ⓑ 3 kg
Ⓒ 10 kg Ⓓ 30 kg

(٢) طاقة حركة الجسم على ارتفاع 6 m من سطح الأرض هي

- Ⓐ 60 J Ⓑ 120 J
Ⓒ 180 J Ⓓ 240 J

١٧ * قُذِفَت كرة كتلتها 0.5 kg رأسياً لأعلى فوصلت سرعتها إلى 3 m/s عند ارتفاع 4 m ، فإن مقدار الشغل المبذول لقذف الكرة ضد قوة الجاذبية يساوي

- Ⓐ 2.25 J Ⓑ 17.75 J
Ⓒ 20 J Ⓓ 22.25 J

١٨ * رجل يرفع صندوق كتلته 50 kg من سطح الأرض إلى ارتفاع 20 m :
($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

(١) فإن الشغل الذي يبذله الرجل لرفع الصندوق يساوي

- Ⓐ 9800 J Ⓑ 1000 J
Ⓒ 490 J Ⓓ 196 J

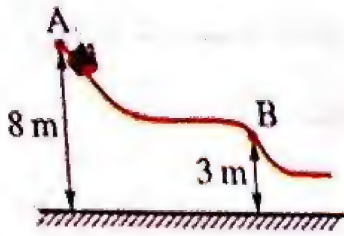
(٢) إذا سقط منه الصندوق عند هذا الارتفاع تكون سرعة ارتطام الصندوق بالأرض هي

- Ⓐ 14 m/s Ⓑ 19.8 m/s
Ⓒ 196 m/s Ⓓ 392 m/s

١٩ * جسمان كتلة الأول ثلاثة أمثال كتلة الثاني سقطا في لحظة واحدة وكان الارتفاع الذي سقط منه الجسم الأول $\frac{1}{3}$ الارتفاع الذي سقط منه الجسم الثاني ، فتكون النسبة بين طاقة حركة الجسم الأول وطاقة حركة

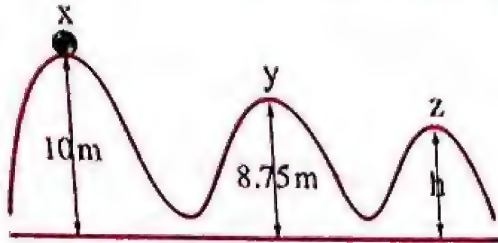
الجسم الثاني لحظة وصولهما للأرض $\left(\frac{(K.E)_1}{(K.E)_2} \right)$ هي

- Ⓐ $\frac{1}{3}$ Ⓑ $\frac{1}{2}$
Ⓒ $\frac{1}{1}$ Ⓓ $\frac{3}{1}$



* تبدأ عربة الملاهي حركتها من السكون عند النقطة A لتتحرك على قضبان مهمة الاحتكاك كما هو مبين بالشكل، فإن مقدار سرعة العربة عند النقطة B يساوي

- (أ) 5 m/s (ب) 10 m/s (ج) 50 m/s (د) 100 m/s



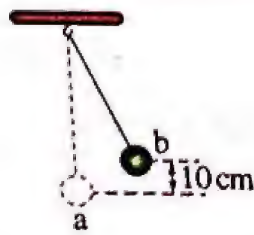
في الشكل المقابل جسم ساكن كتلته 1 kg ينزلق على منحني أملس مبتدئاً من النقطة X : ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

(١) فإن سرعة الجسم عند النقطة Y تساوي

- (أ) 3 m/s (ب) 5 m/s (ج) 6 m/s (د) 6.5 m/s

(٢) إذا وصل الجسم عند النقطة Z بسرعة 7 m/s فيكون ارتفاع النقطة Z عن سطح الأرض يساوي

- (أ) 8.45 m (ب) 7.55 m (ج) 7.25 m (د) 6.85 m



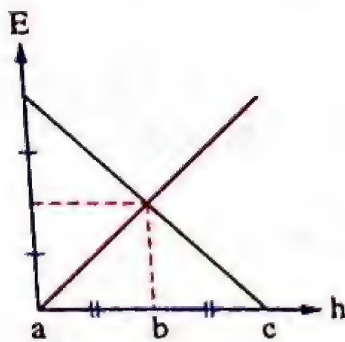
* بندول بسيط ينتقل أثناء اهتزازه من النقطة a إلى النقطة b كما بالشكل المقابل، فإن : ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

(١) سرعة ثقل البندول عند النقطة b هي

- (أ) 4.3 m/s (ب) 2.1 m/s (ج) 1.2 m/s (د) 0.5 m/s

(٢) أقصى ارتفاع يصل إليه ثقل البندول هو

- (أ) 20.5 cm (ب) 31.9 cm (ج) 35.8 cm (د) 36.9 cm



* الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين صورتين من صور الطاقة (E) لجسم كتلته 10 kg وارتفاع الجسم عن سطح الأرض (h) عند قذفه رأسياً لأعلى حتى وصوله إلى أقصى ارتفاع 20 m : ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

(١) فإن الخط البياني الممثل باللون الأحمر يمثل

- (أ) طاقة حركة الجسم (ب) طاقة وضع الجسم (ج) طاقة حركة أو طاقة وضع الجسم (د) الطاقة الميكانيكية للجسم

(٢) عند النقطة c تكون

طاقة وضع الجسم	طاقة حركة الجسم	
0	0	أ
0	2000 J	ب
2000 J	0	ج
2000 J	2000 J	د

(٣) عند النقطة b تكون

طاقة وضع الجسم	طاقة حركة الجسم	
500 J	500 J	أ
500 J	1000 J	ب
1000 J	500 J	ج
1000 J	1000 J	د

(٤) عند النقطة a تكون

طاقة وضع الجسم	طاقة حركة الجسم	
0	0	أ
0	2000 J	ب
2000 J	0	ج
2000 J	2000 J	د

(٥) فإن الطاقة الميكانيكية للجسم تساوى

- أ 0
ب 500 J
ج 1000 J
د 2000 J

(٦) فإن سرعة الجسم عند النقطة a تساوى

- أ 0
ب 10 m/s
ج 14.14 m/s
د 20 m/s

(٧) فإن سرعة الجسم عند النقطة b تساوى

0 (i)

10 m/s (ب)

14.14 m/s (ج)

20 m/s (د)

(٨) فإن سرعة الجسم عند النقطة c تساوى

0 (i)

10 m/s (ب)

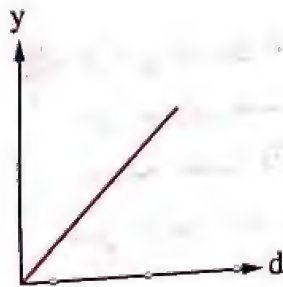
14.14 m/s (ج)

20 m/s (د)

يسقط جسم سقوطاً حراً من ارتفاع h فوق سطح الأرض،

والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين كمية فيزيائية (y) للجسم والمسافة (d) التي يقطعها من نقطة سقوطه في اتجاه

سطح الأرض، فإن الكمية (y) تمثل



(ب) طاقة حركة الجسم

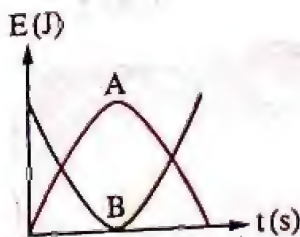
(i) سرعة الجسم

(د) الطاقة الميكانيكية للجسم

(ج) طاقة وضع الجسم

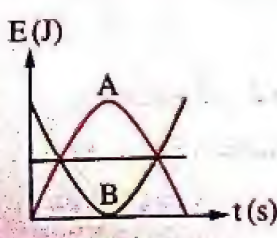
الشكل المقابل يوضح العلاقة البيانية بين بعض الكميات الفيزيائية لجسم مقذوف رأسياً إلى أعلى والزمن :

(١) أى الكميات يمثلها كل من المنحنى A والمنحنى B ؟

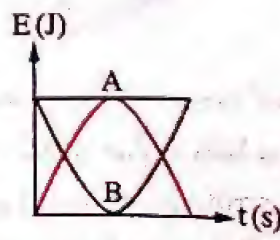


المنحنى (A)	المنحنى (B)	
طاقة الوضع	طاقة الحركة	(i)
طاقة الحركة	طاقة الوضع	(ب)
كمية التحرك	العجلة	(ج)
العجلة	كمية التحرك	(د)

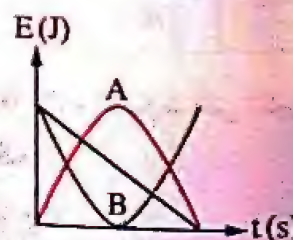
(٢) العلاقة بين الطاقة الميكانيكية للجسم والزمن يمثلها الخط الأسود فى الشكل البياني



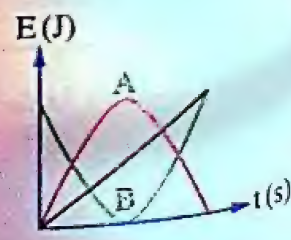
(د)



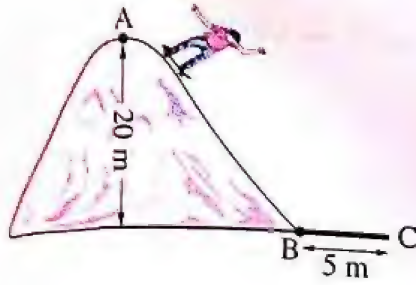
(ج)



(ب)



(i)



* الشكل المقابل يوضح مسار متزلج كتلته 80 kg ينزلق بدءاً من السكون من النقطة A أعلى المنحدر، فإذا كان المسار من النقطة A إلى النقطة B أملس والمسار من النقطة B إلى النقطة C خشن، فإن متوسط قوة الاحتكاك للمسار الخشن اللازمة لإيقاف المتزلج عند النقطة C يساوى

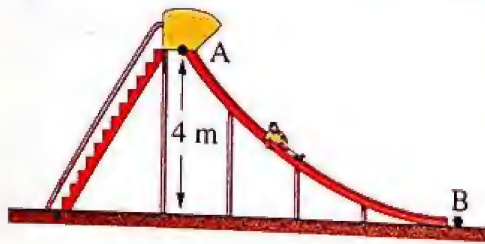
($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- 2400 N (ب)

- 4000 N (د)

- 1600 N (أ)

- 3200 N (ج)



* في الشكل المقابل إذا انزلق طفل كتلته 25 kg من السكون عند النقطة A وكانت قيمة سرعته عند وصوله للنقطة B هي 6 m/s، فيكون مقدار الفقد في الطاقة الميكانيكية نتيجة الاحتكاك مع السطح هو

(علمًا بأن : $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

450 J (ب)

980 J (د)

0 (أ)

530 J (ج)

أسئلة المقال

ثانياً

١ جسم كتلته 4 kg يسقط سقوطاً حراً من ارتفاع 20 m فوق سطح الأرض، أكمل الفراغات الموجودة بالجدول التالي معتبراً عجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s^2 :

النقطة	الإزاحة من نقطة السقوط (m)	طاقة الوضع (J)	السرعة (m/s)	طاقة الحركة (J)	الطاقة الميكانيكية (J)
(١)	0				
(٢)			5		
(٣)		400			
(٤)				800	

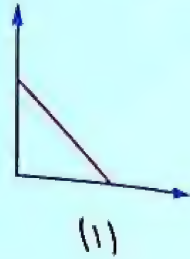
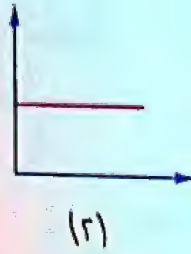
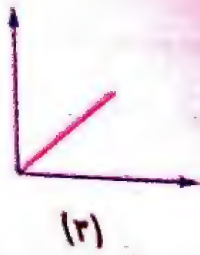
من النتائج التي توصلت إليها، حدد موضع النقطة أثناء السقوط التي تكون عندها :

(١) الطاقة الميكانيكية للجسم مساوية لطاقة حركته.

(٢) الطاقة الميكانيكية للجسم مساوية لطاقة الوضع له.

(٣) طاقة الحركة للجسم مساوية لطاقة الوضع.

١. تُذف جسم رأسياً إلى أعلى، ولديك ثلاثة أشكال بيانية (١)، (٢)، (٣) للتعبير عن العلاقة بين بعض الكميات الفيزيائية له،



حدد أيها يصلح للتعبير عن العلاقة بين كل من :

(١) طاقة الوضع وارتفاع الجسم عن سطح الأرض.


(٢) طاقة الحركة وارتفاع الجسم عن سطح الأرض.

(٣) الطاقة الميكانيكية وارتفاع الجسم عن سطح الأرض.

٢. عندما تبدأ عربة الملهي في الانزلاق من أقصى ارتفاع فإن سرعة حركتها تزداد تدريجياً، فسر ذلك.

متابعة كل ما هو جديد من إصداراتنا

زوروا صفحتنا على الفيسبوك

 /alemte7anbooks



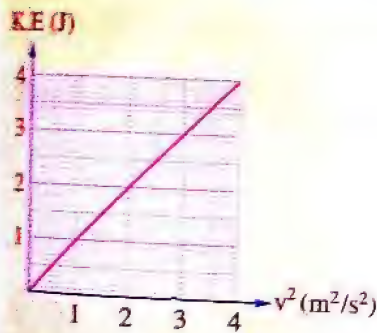
كتب
الامتحان

أنماط جديدة من الأسئلة ؟

اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :

عندما يسقط جسم سقوطاً حراً فإنه أثناء السقوط

- (أ) تزداد الطاقة الميكانيكية
- (ب) تتناقص الطاقة الميكانيكية
- (ج) تظل الطاقة الميكانيكية ثابتة
- (د) تتناقص طاقة الوضع وتزداد طاقة الحركة
- (هـ) تزداد طاقة الوضع وتتناقص طاقة الحركة



سقط جسم من ارتفاع 18 m فوق سطح الأرض والشكل البياني

المقابل يوضح العلاقة بين طاقة حركة الجسم (K.E) ومربع سرعته (v^2) أثناء السقوط، فإن

(علماً بأن : عجلة الجاذبية الأرضية = 10 m/s^2)

- (أ) طاقة الجسم الميكانيكية = 180 J
- (ب) طاقة الجسم الميكانيكية = 360 J
- (ج) طاقة وضع الجسم عند ارتفاع 4 m تساوي 360 J
- (د) طاقة حركة الجسم عند ارتفاع 10 m تساوي 160 J
- (هـ) طاقة حركة الجسم عند ارتفاع 12 m تساوي 180 J

جسم كتلته 5 kg يسقط من ارتفاع 10 m عن سطح الأرض، فإن

(علماً بأن : عجلة الجاذبية الأرضية = 10 m/s^2)

- (أ) طاقة حركة الجسم عند ارتفاع 10 m = الطاقة الميكانيكية للجسم
- (ب) طاقة وضع الجسم عند سطح الأرض = الطاقة الميكانيكية للجسم
- (ج) طاقة حركة الجسم عند ارتفاع 5 m = نصف قيمة الطاقة الميكانيكية للجسم
- (د) طاقة حركة الجسم عند ارتفاع 3 m = طاقة وضع الجسم عند ارتفاع 7 m
- (هـ) طاقة حركة الجسم عند ارتفاع 4 m = ضعف طاقة وضع الجسم عند ارتفاع 6 m

يسكن وليد ومروان فى مبنى، فإذا قام وليد بإسقاط كرة من الدور الثانى بينما قام مروان بإسقاط كرة أخرى لها نفس كتلة الكرة الأولى من الدور الثالث فسقطت الكرتان سقوطاً حراً نحو سطح الأرض، فإن كرة مروان مقارنةً بكرة وليد لها



- طاقة وضع أكبر لحظة سقوطها
- طاقة وضع أقل لحظة سقوطها
- طاقة حركة أكبر لحظة اصطدامها بالأرض
- طاقة حركة أقل لحظة اصطدامها بالأرض
- نفس طاقة الحركة لحظة اصطدامها بالأرض

فى الشكل الموضح يسقط جسم من أعلى مبنى ارتفاعه $3d$ ، فتكون



- طاقة الوضع عند x = طاقة الحركة عند y
- طاقة الحركة عند z < طاقة الوضع عند k
- طاقة الحركة عند z = طاقة الوضع عند y
- طاقة الوضع عند x < طاقة الحركة عند k
- طاقة الوضع عند y < طاقة الحركة عند k

اختر من القائمة ما يناسب الفراغات :

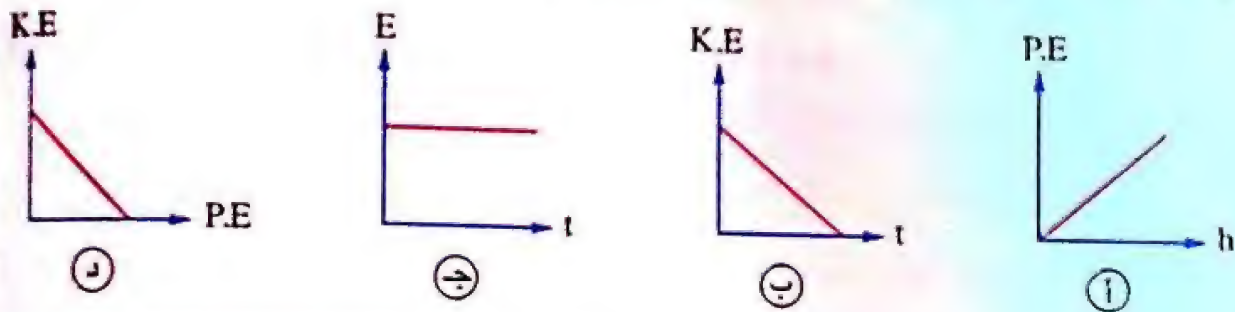


فى الشكل المقابل يقوم شخص بإسقاط كتاب كتلته 2 kg من السكون رأسياً، بإهمال قوة احتكاك الهواء يكون الشغل الذى تبذله قوة الجاذبية الأرضية حتى يصل الكتاب ليدى الشخص الواقف أسفل المبنى هو J (1).....، ومقدار متوسط القوة التى تؤثر بها يدي الشخص الواقف أسفل المبنى على الكتاب إذا كان الكتاب سيفقد سرعته خلال 0.2 s عند وصوله ليديه هو N (ب).....
(علماً بأن : $g = 10 \text{ m/s}^2$)

82.6
100
130.4
150
170

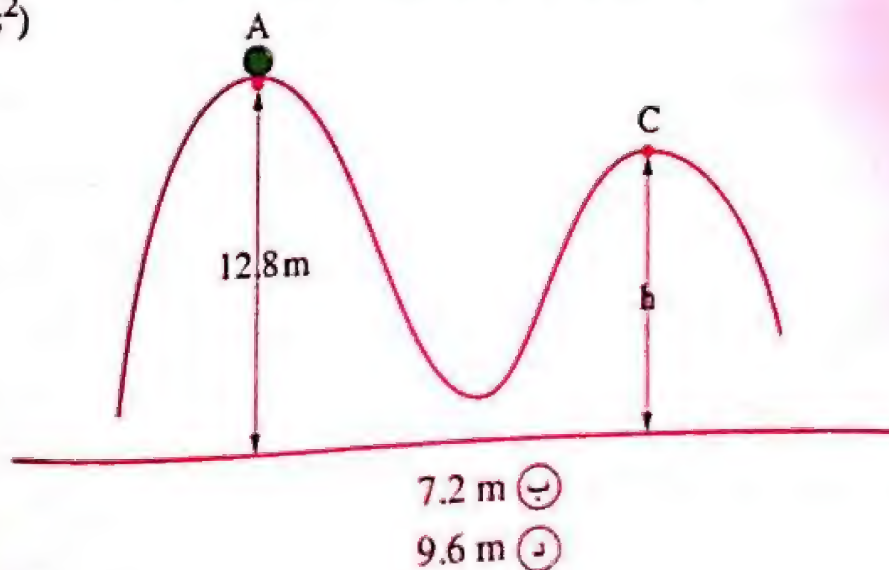
- ١ قذف جسم رأسياً لأعلى بسرعة 20 m/s من سطح بنائية ترتفع 15 m عن سطح الأرض. فإن طاقة الحركة تساوي طاقة وضعه على ارتفاع من سطح الأرض.
- (i) 7.5 m (ب) 15 m
(ج) 17.5 m (د) 35 m

- ٢ أي من الأشكال البيانية التالية لا يعبر عن جسم مقذوف رأسياً لأعلى حتى وصوله لأعلى نقطة ؟



- ٣ إذا كانت طاقة وضع جسم عند سقوطه من أعلى مبنى 200 J ، فإن طاقته الميكانيكية عند منتصف المبنى تساوي
- (i) 100 J (ب) 200 J
(ج) 400 J (د) 600 J

- ٤ الشكل التالي يوضح كرة كتلتها 4 kg انزلت من السكون من النقطة A على طريق أملس، فإذا كانت سرعة الكرة عند النقطة C هي 8 m/s ، فإن ارتفاع النقطة C عن سطح الأرض يساوي
- (i) 6.8 m (ب) 7.2 m
(ج) 8.8 m (د) 9.6 m



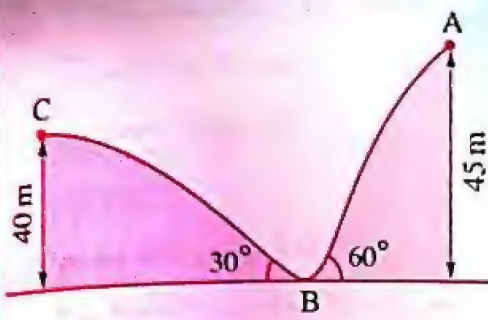
- ٥ إذا قُذِفَ جسم لأعلى فإن الطاقة التي تتغير هي
- (أ) طاقة الحركة فقط
(ب) طاقة الوضع فقط
(ج) الطاقة الميكانيكية
(د) (أ) ، (ب) معًا

- ٦ جسم طاقة وضعه 200 J عندما يكون على ارتفاع h من سطح الأرض فإذا ترك ليسقط سقوطًا حرًا في غياب قوى الاحتكاك فإن طاقة حركته تصبح 50 J عندما يكون على ارتفاع من سطح الأرض قدره
- (أ) $\frac{h}{4}$
(ب) $\frac{h}{2}$
(ج) $\frac{3h}{4}$
(د) $\frac{4h}{5}$

- ٧ جسمان A ، B لهما نفس الكتلة قذفا من سطح الأرض رأسيًا لأعلى بسرعة v ، $2v$ على الترتيب، فتكون النسبة بين الطاقة الميكانيكية لكل منهما $\left(\frac{E_A}{E_B}\right)$ هي
- (أ) $\frac{4}{1}$
(ب) $\frac{1}{1}$
(ج) $\frac{1}{2}$
(د) $\frac{1}{4}$

- ٨ يسقط جسم كتلته 19 kg سقوطًا حرًا من ارتفاع قدره 60 m فإن طاقة حركته عند منتصف مسافة السقوط تساوي
- (أ) 2850 J
(ب) 5700 J
(ج) 8550 J
(د) 11400 J

- ٩ جسم كتلته 12 kg يسقط سقوطًا حرًا، فإذا كانت طاقته الميكانيكية عند منتصف المسافة بين موضع سقوطه وسطح الأرض 150 J فإن سرعته لحظة اصطدامه بسطح الأرض تساوي
- (أ) 5 m/s
(ب) 25 m/s
(ج) 50 m/s



١٠ بدأ رجل الحركة من السكون من النقطة A على سطح مهمل الاحتكاك واستمر في الحركة حتى وصل إلى النقطة C كما هو موضح في الشكل المقابل، فإن سرعة الرجل عند النقطة C تساوي

$$(g = 10 \text{ m/s}^2)$$

15 m/s (ب)

10 m/s (ا)

30 m/s (د)

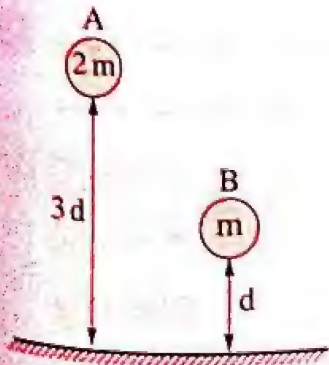
25 m/s (ج)

• أجب عما يأتي (١١ : IV) :

١١ عند نزول سيارة من أعلى كوبرى تزداد سرعتها بالرغم من عدم زيادة السائق لمعدل استهلاك البنزين، فسر ذلك.

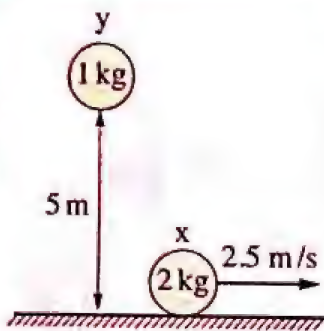
١٢ بندول بسيط كتلة ثقله m وطول خيطه l سُحب إلى أحد الجانبين بزاوية θ ثم ترك، أثبت أن طاقة وضعه العظمى بالنسبة إلى موضع اتزانه تحسب من العلاقة : $P.E = mgl(1 - \cos \theta)$

١٣ الشكل المقابل يوضح جسمين A ، B سقطا نحو سطح الأرض سقوطاً حراً في نفس اللحظة، أوجد النسبة بين طاقة حركة الجسم A وطاقة حركة الجسم B لحظة اصطدامهما بسطح الأرض.

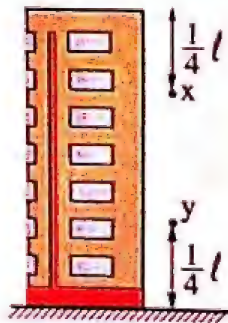


اختبار

- ١٤ سقط جسم سقوطاً حرّاً من أعلى مبنى ارتفاعه d فوصل للأرض بعد زمن t من بداية سقوطه وكانت طاقة وضعه لحظة سقوطه هي E ، احسب ارتفاع الجسم عن سطح الأرض بدلالة d عندما تكون طاقة حركته $\frac{1}{3}E$



- ١٥ الشكل المقابل يوضح جسم x يتحرك أفقياً بسرعة منتظمة وآخر y يسقط سقوطاً حرّاً من ارتفاع 5 m ، احسب النسبة بين طاقة حركة الجسم x وطاقة وضع الجسم y لحظة سقوطه $\left(\frac{(K.E)_x}{(P.E)_y}\right)$ ($g = 9.8\text{ m/s}^2$)

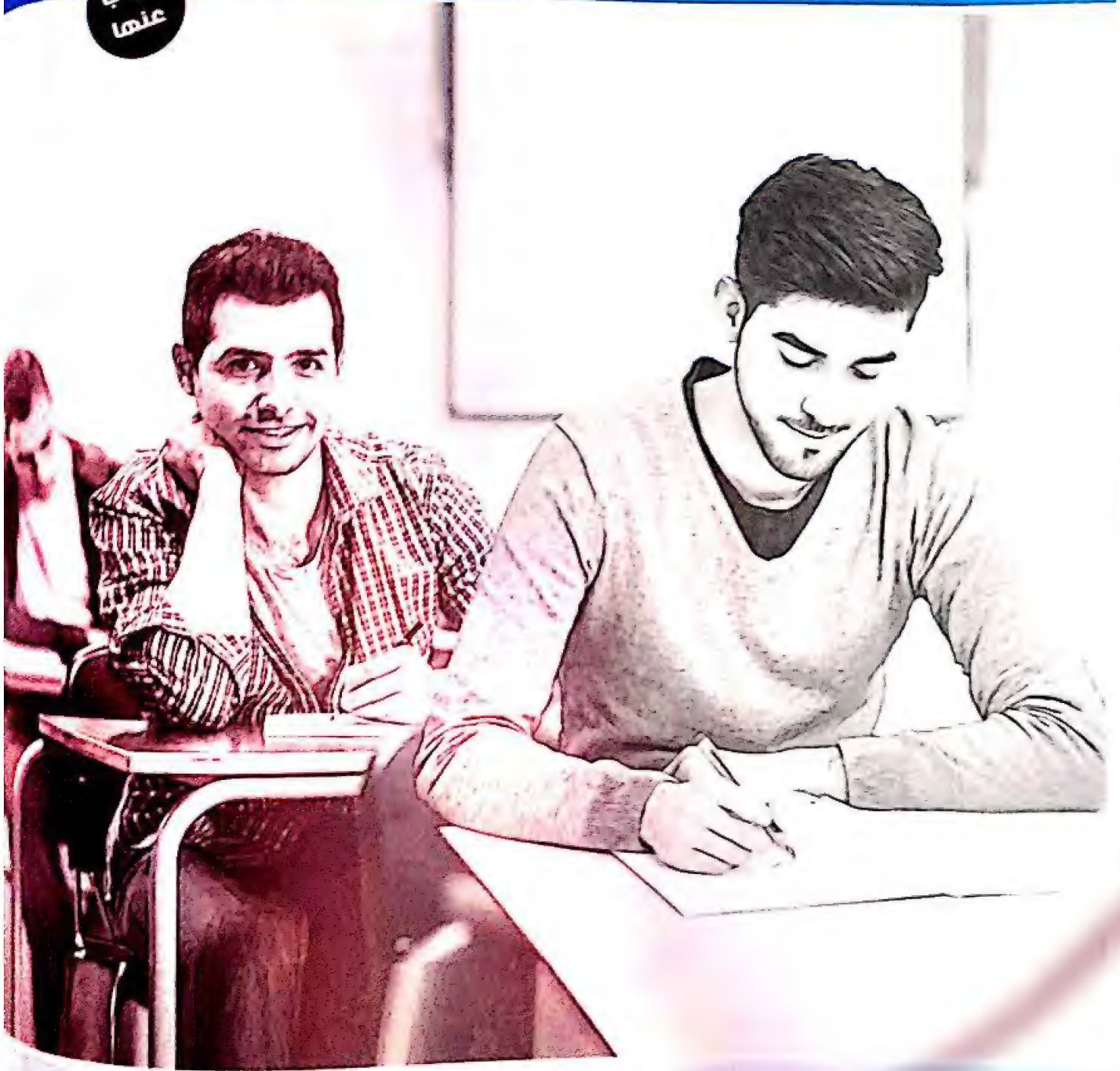


- ١٦ في الشكل الموضح جسم يسقط سقوطاً حرّاً من فوق مبنى ارتفاعه l عن سطح الأرض، أوجد النسبة بين طاقة الحركة عند النقطة x وطاقة الحركة عند النقطة y

- ١٧ جسم كتلته m معلق في حبل، عند قطع الحبل يسقط الجسم سقوطاً حرّاً من السكون من ارتفاع h فوق سطح الأرض، أثبت مستخدماً معادلات الشغل والطاقة أن سرعته عند اصطدامه بـ سطح الأرض تعين من العلاقة: $v = \sqrt{2gh}$

الاختبارات العامة على المنهج

مجاب
عنها



الأسئلة المشار إليها بالعلامة (*) مجاب عنها تفصيليًا.

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٠) :

١ * سيارة كتلتها 1200 kg تتحرك بسرعة 20 m/s، فإذا ضغط السائق على كابح السيارة فانخفضت سرعتها إلى 8 m/s خلال زمن 6 s، فإن مقدار متوسط القوة المؤثرة على السيارة خلال هذه الفترة واتجاهها

١ 2400 N في نفس اتجاه الحركة

٢ 2400 N عكس اتجاه الحركة

٣ 1200 N في نفس اتجاه الحركة

٤ 1200 N عكس اتجاه الحركة

٢ عندما يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة فإن

مقدار السرعة الخطية	اتجاه السرعة الخطية	
متغير	ثابت	١
متغير	متغير	٢
ثابت	متغير	٣
ثابت	ثابت	٤

٣ طفل كتلته 40 kg يتحرك أفقيًا في صالة التزلج، فيكون الشغل الذي تبذله قوة وزنه عندما يقطع مسافة 20 m هو

١ zero

٢ 800 J

٣ 8000 J

٤ 4000 J

٤ جسم على ارتفاع h من سطح الأرض طاقة وضعه 200 J، فإذا سقط إلى نصف ارتفاعه السابق فإن التغير في طاقة حركته يساوي

١ 50 J

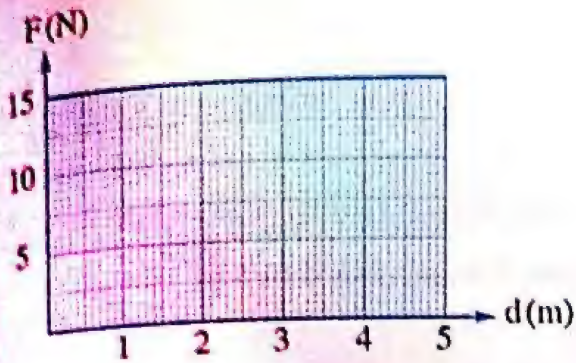
٢ 100 J

٣ 200 J

٤ 150 J

٥ الشكل البياني المقابل يبين العلاقة بين القوة

المحصلة (F) المؤثرة على جسم يتحرك في اتجاه ثابت والإزاحة (d) التي يقطعها الجسم في اتجاه القوة، فيكون الشغل الذي تبذله هذه القوة على الجسم هو



٣٧.٥ J (ب)

١٢.٥ J (ا)

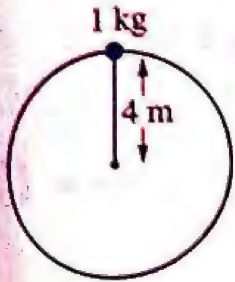
٧٥ J (د)

٤٥ J (ج)

٦ الشكل المقابل يوضح جسم يدور في مسار دائري أفقي

منتظم تحت تأثير قوة محصلة مركزية ١٠٠ N فتكون قيمة

الزمن الدوري لحركة الجسم هي



١.٢٦ s (ب)

٠.٦٣ s (ا)

٦.٢٨ s (د)

٣.١٤ s (ج)

٧ إذا كانت نسبة كتلة الجسم A إلى كتلة الجسم B هي $\frac{2}{1}$ ونسبة سرعة الجسم A إلى سرعة الجسم

B هي $\frac{1}{2}$ ، فإن نسبة الطاقة الحركية للجسم A إلى الطاقة الحركية للجسم B هي

$\frac{2}{1}$ (ب)

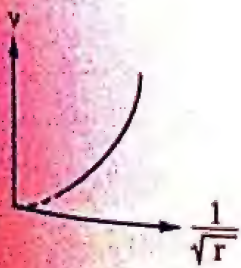
$\frac{1}{1}$ (ا)

$\frac{1}{4}$ (د)

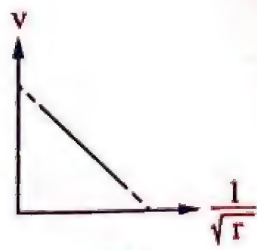
$\frac{1}{2}$ (ج)

٨ الشكل البياني الذي يمثل العلاقة بين السرعة المدارية (v) لعدة أقمار صناعية تدور حول نفس الكوكب

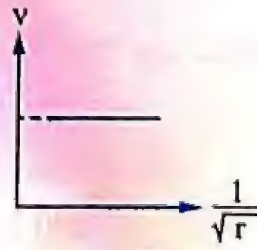
ومقلوب الجذر التربيعي لنصف قطر مدار كل منها $\left(\frac{1}{\sqrt{r}}\right)$ هو



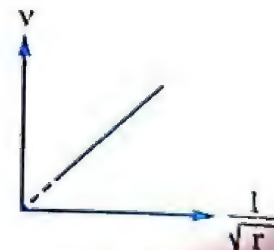
(ا)



(ب)



(ج)



(د)

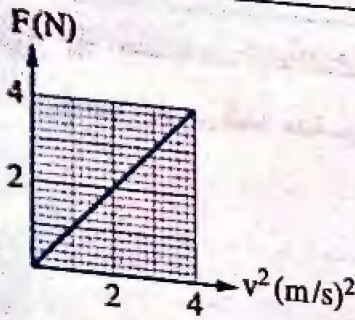
١ إذا كان الزمن الدوري لدوران الأرض حول الشمس 365.25 يوم، ويبعد مركز الشمس عن مركز الأرض مسافة قدرها $1.496 \times 10^{11} \text{ m}$ ، فإن عجلة الجذب المركزية للأرض نحو الشمس تساوى

ب $5.94 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$

ا $1.99 \times 10^{-7} \text{ m/s}^2$

د $4.43 \times 10^7 \text{ m/s}^2$

ج $1.7 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2$



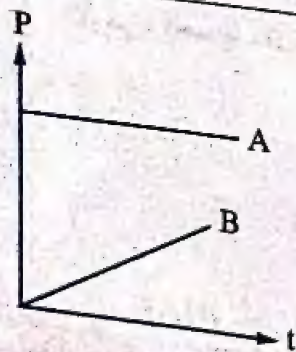
٢ الشكل البياني المقابل يعبر عن العلاقة بين القوة المركزية (F) المؤثرة على جسم كتلته 2 kg يتحرك حركة دائرية منتظمة أفقية ومربع السرعة الخطية (v^2) التي يتحرك بها الجسم، فإن نصف قطر المسار الدائري المنتظم الذي يتحرك فيه الجسم يساوى

ب 0.5 m

ا 0.2 m

د 4 m

ج 2 m



أجب عما يأتى (١١ : ١٧) :

٣ الشكل البياني المقابل يعبر عن العلاقة بين كمية تحرك جسمين A ، B والزمن، وضع أى من الجسمين يتأثر بقوة محصلة، مع ذكر السبب.



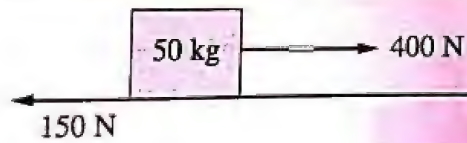
٤ سيارة ونش تسحب سيارة مخالفة على طريق أفقى إزاحة 1 km باستخدام حبل كما بالشكل، فيبذل شغل على السيارة بواسطة قوة الشد فى الحبل مقداره 10^5 J ، احسب قوة الشد فى الحبل.

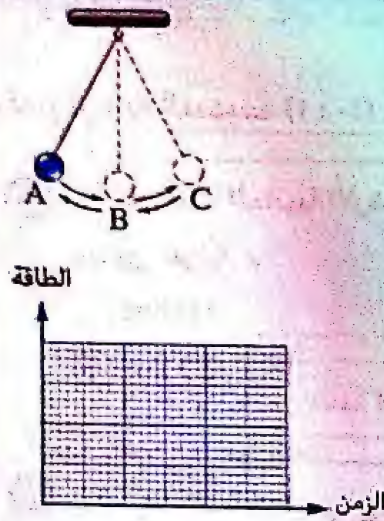
١٢ جسم كتلته 100 g يتحرك حركة دائرية منتظمة على محيط دائرة نصف قطرها 50 cm بحيث يستغرق زمن قدره 90 s لعمل 45 دورة كاملة، احسب العجلة المركزية لهذا الجسم.

١٤ * احسب عدد أيام السنة الأرضية إذا تخيلنا أن المسافة بين مركزي الأرض والشمس قلت إلى نصف قيمتها، بفرض ثبات مدة دوران الأرض حول نفسها (علمًا بأن : عدد أيام السنة الأرضية = 365.25 يوم)

١٥ رجل وزنه 645 N يحمل حقيبة كتلتها 7.5 kg ويصعد سلم حتى وصل إلى ارتفاع 8.2 m فوق سطح الأرض، احسب مقدار الشغل الذي يبذله الرجل على الحقيبة. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

١٦ احسب مقدار القوة المحصلة المؤثرة على الكتلة وعجلة تحركها في الشكل التالي.





* الشكل المقابل يوضح بندول بسيط يتحرك من الموضع A إلى الموضع B ثم إلى الموضع C،
ارسم على الشبكة البيانية المقابلة العلاقة بين كل من طاقة الوضع وطاقة الحركة والطاقة الميكانيكية للبندول مع الزمن موضحاً المواضع الثلاثة.

احرص على اقتناء

الامتحان 2022

للفصل الأول الثانوي

في

اللغة
العربية

التاريخ

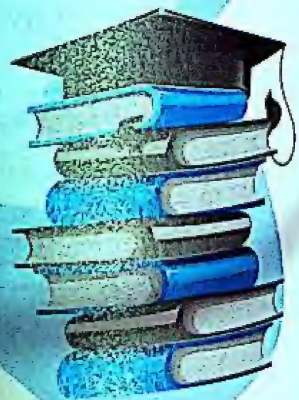
الفيزياء

الكيمياء

الفلسفة

الجغرافيا

الأحياء



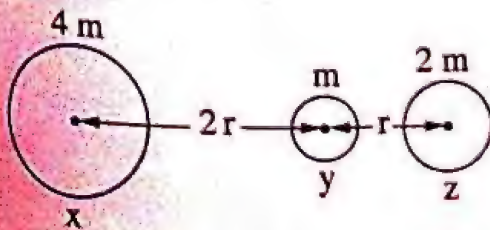
اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٠) :

١ * تقل عجلة الجاذبية الأرضية بنسبة 1 % من قيمتها على سطح الأرض على ارتفاع من سطح الأرض (علمًا بأن : $R = 6400 \text{ km}$) يساوى تقريبًا
 (أ) 60 km (ب) 64 km
 (ج) 30 km (د) 32 km

٢ بدأت شاحنة كتلتها $4 \times 10^3 \text{ kg}$ حركتها من السكون تحت تأثير قوتين إحداها هي دفع المحرك إلى الأمام ومقدارها $3 \times 10^4 \text{ N}$ والقوة الثانية هي قوة الاحتكاك مع الطريق ومقدارها $28 \times 10^3 \text{ N}$ ، فعند وصول سرعة الشاحنة إلى 3 m/s تكون قد قطعت إزاحة تساوى
 (أ) 9 m (ب) 15 m (ج) 20 m (د) 27 m

٣ سقط جسم كتلته 1 kg من ارتفاع 180 m من سطح الأرض، فإن كمية الحركة الخطية للجسم لحظة اصطدامه بسطح الأرض تساوى
 (أ) 60 kg.m/s (ب) 120 kg.m/s
 (ج) 180 kg.m/s (د) 240 kg.m/s

٤ اتجاه السرعة المدارية لقمر صناعى يدور حول الأرض يصنع مع اتجاه قوة الجاذبية الأرضية زاوية مقدارها
 (أ) zero (ب) 45° (ج) 90° (د) 180°



٥ الشكل المقابل يوضح ثلاث كرات X, Y, Z موضوعة فى مستوى واحد، فتكون النسبة بين قوة التجاذب المادى بين الكرتين X, Y وقوة التجاذب المادى بين الكرتين Y, Z هى $\left(\frac{F_{xy}}{F_{yz}}\right)$
 (أ) $\frac{1}{2}$ (ب) $\frac{8}{1}$
 (ج) $\frac{1}{4}$ (د) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

١ تتحرك سيارة فى مسار دائرى يميل على الأفقى بزاوية، فتكون القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على السيارة هى

- ١) المركبة الرأسية لقوة رد الفعل فقط
٢) المركبة الأفقية لقوة الاحتكاك فقط
٣) مجموع المركبتين الرأسيتين لكل من قوة رد الفعل وقوة الاحتكاك
٤) مجموع المركبتين الأفقيتين لكل من قوة رد الفعل وقوة الاحتكاك

٧ إذا سقطت كرة تنس طاولة وكرة بولينج من نفس الارتفاع، فعندما تبلغان نصف الارتفاع الرأسى يصبح لهما نفس المقدار من

- ١) السرعة
٢) طاقة الوضع
٣) طاقة الحركة
٤) الطاقة الميكانيكية

٨ * إذا علمت أن القمر يكمل دورة كاملة حول الأرض كل 27.3 يوم، فإن ارتفاعه فوق سطح الأرض يساوى

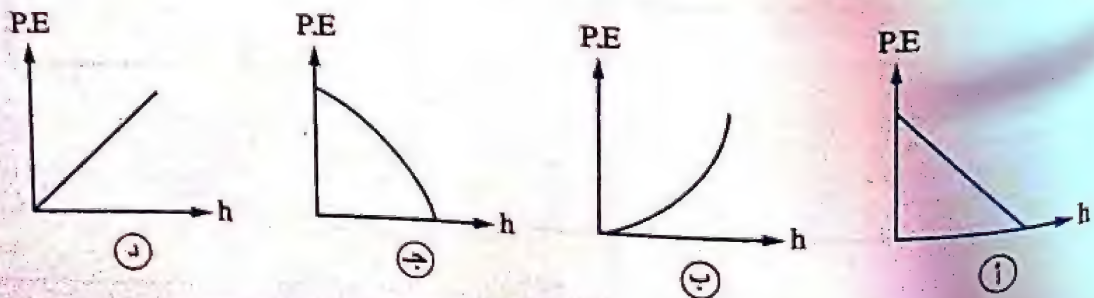
- ١) $3.54 \times 10^7 \text{ m}$
٢) $3.96 \times 10^7 \text{ m}$
٣) $3.24 \times 10^8 \text{ m}$
٤) $3.77 \times 10^8 \text{ m}$

٩ جسمان يتحركان على مستوى أفقى أملس، فإذا كان $m_2 = 3 m_1$ ، $v_1 = 2 v_2$ فإن النسبة بين طاقة

حركة الجسم الأول وطاقة حركة الجسم الثانى $\left(\frac{K.E_1}{K.E_2} \right)$ هى

- ١) $\frac{3}{2}$
٢) $\frac{2}{3}$
٣) $\frac{4}{3}$
٤) $\frac{3}{4}$

١٠ عند قذف جسم رأسياً لأعلى من سطح الأرض يكون الشكل البياني المعبر عن العلاقة بين طاقة وضع الجسم (P.E) والارتفاع (h) عن سطح الأرض أثناء الصعود هو

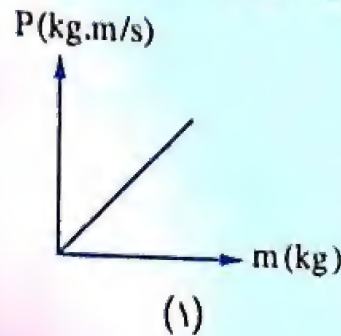
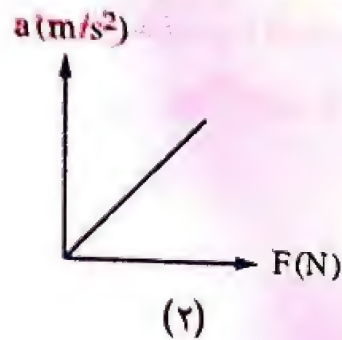


أجب عما يأتي (١١ : ١٧) :



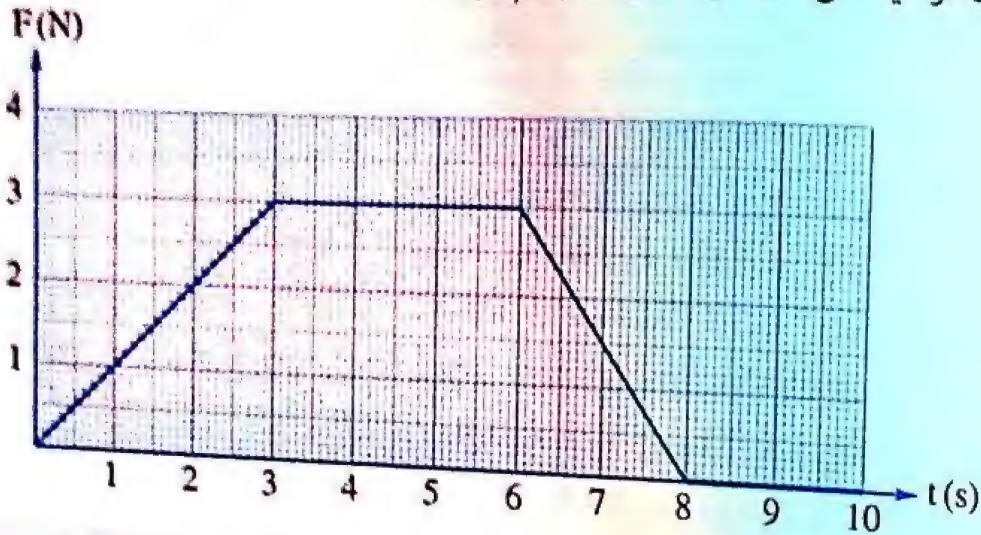
- ١١ أثرت قوة مقدارها 35 N واتجاهها كما هو موضح بالشكل على جسم فتحرك إزاحة 2.7 m على سطح أفقى مهمل الاحتكاك، فإذا كان مقدار التغير فى طاقة حركة الجسم 77 J احسب الزاوية بين اتجاه القوة واتجاه الإزاحة.

١٢ اكتب العلاقة الرياضية التى يعبر عنها الشكل البياني وما يساويه ميل الخط المستقيم لكل مما يأتي :

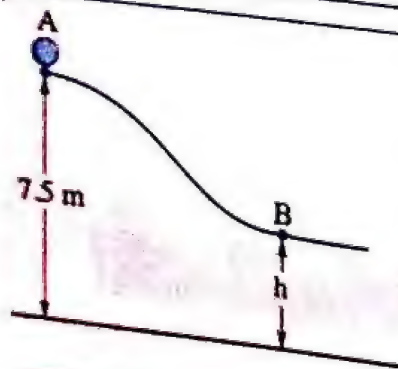


١٣ جسم كتلته m يدور بسرعة خطية منتظمة فى مسار دائرى نصف قطره r بحيث يتم دورة كاملة فى زمن T ، فإذا قلت القوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليه للربع أثبت أن زمنه الدورى يزداد للضعف.

10 * الشكل البياني التالي يوضح تغير القوة المحصلة (F) المؤثرة على جسم كتلته 1 kg خلال 10 s .
فما الفترة الزمنية التي تكون فيها سرعة الجسم ثابتة ؟



11 ما اتجاه القوة المؤثرة على حجر مثبت في نهاية خيط عند تدويره في مسار دائري أفقي كما بالشكل المقابل ؟ وما اتجاه حركة الحجر إذا انقطع الخيط ؟



12 في الشكل المقابل تنزلق كرة ساكنة كتلتها m من الموضع A على سطح أملس، فإذا كانت سرعة الكرة عند الموضع B هي 5 m/s احسب ارتفاع الموضع B عن سطح الأرض.
($g = 10 \text{ m/s}^2$)

١٧ سيارة تسير فى منحنى أفقى نصف قطره 10 m ، فإذا كانت قوة الاحتكاك بين إطاراتها والطريق تساوى عددياً نصف وزنها احسب سرعة السيارة.
($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

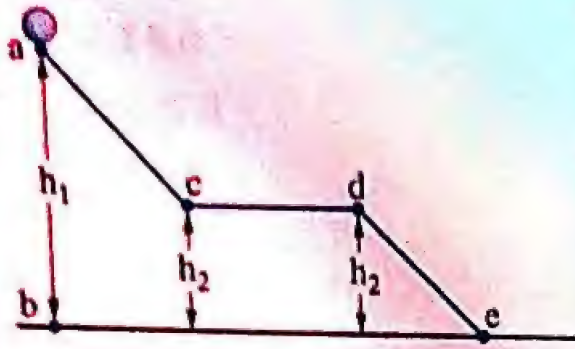
متابعة كل ما هو جديد من إصداراتنا



زوروا صفحتنا على الفيسبوك

 /alemte7anbooks

كتب
سلسلة
الامتحان



يوضح الشكل المقابل كرة موضوعة أعلى سطح مائل يمكن أن تصل إلى سطح الأرض عن طريق سقوطها رأسياً من a إلى b أو انزلاقها على المستوى الموضح بالشكل من a إلى e مروراً بالنقاط c ، d ، فبإهمال مقاومة الهواء والاحتكاك تكون

- ١) طاقة حركة الكرة عند الموضعين c ، d متساوية
- ٢) طاقة حركة الكرة عند الموضعين e ، b متساوية
- ٣) الطاقة الميكانيكية للكرة عند الموضعين d ، b متساوية
- ٤) جميع ما سبق

٢) جسم يدور في مسار دائري نصف قطره r بسرعة v تحت تأثير قوة مركزية F ، فإذا زادت سرعته إلى $\sqrt{2}v$ ودار الجسم في نفس المدار فإن هذا يعنى أن القوة المركزية المؤثرة عليه أصبحت

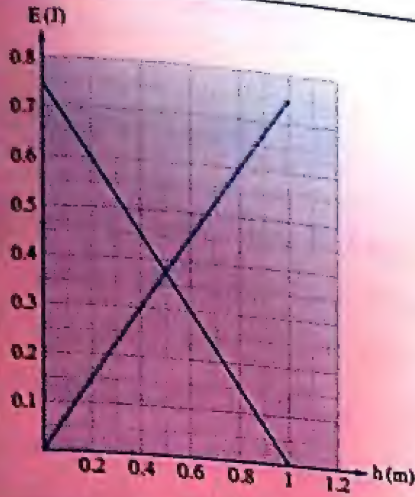
- ١) $2F$
- ٢) $\sqrt{2}F$
- ٣) $\frac{F}{\sqrt{2}}$
- ٤) $\frac{F}{2}$

٣) يتحرك جسم بسرعة 2 m/s فإذا أثرت عليه قوة محصلة مقدارها 8 N في نفس اتجاه حركته لمدة 5 s ، فإن التغير في كمية حركته خلال هذه المدة يساوى

- ١) 8 kg.m/s
- ٢) 24 kg.m/s
- ٣) 40 kg.m/s
- ٤) 48 kg.m/s

٤) قوة الجذب المركزية المؤثرة على سيارة تنعطف في مسار دائري أفقي هي

- ١) مجموع المركبة الأفقية لقوة الاحتكاك والمركبة الرأسية لقوة رد الفعل
- ٢) مجموع المركبتين الأفقيتين لقوة الاحتكاك وقوة رد الفعل
- ٣) قوة رد الفعل فقط
- ٤) قوة الاحتكاك فقط



5 الشكل البياني المقابل يمثل تغير كل من طاقة الحركة وطاقة الوضع لجسم أثناء سقوطه نحو سطح الأرض فإن الطاقة الميكانيكية للجسم تساوي

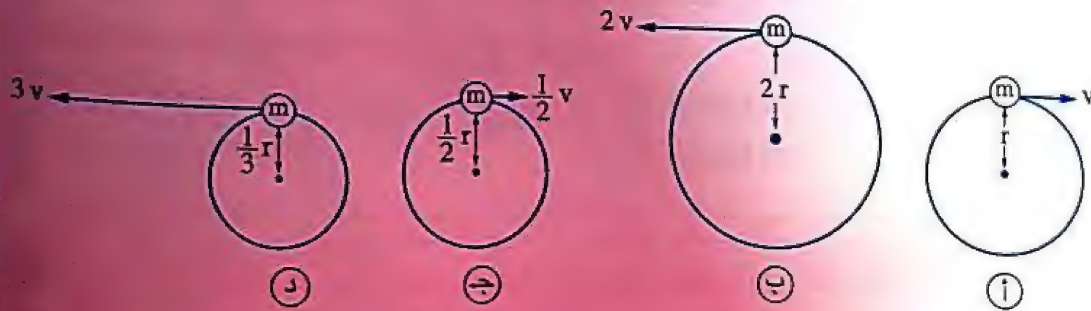
- أ 0.35 J
ب 0.6 J
ج 0.75 J
د 0.8 J

6 * يدور قمر صناعي على ارتفاع 10^6 m من مركز كوكب ما بحيث كانت عجلة الجاذبية عند مداره 4 m/s^2 فتكون السرعة المدارية له هي

- أ $2 \times 10^6 \text{ m/s}$
ب $4 \times 10^6 \text{ m/s}$
ج $2 \times 10^3 \text{ m/s}$
د 10^3 m/s

7 إذا تناقصت الطاقة الحركية لسيارة إلى ربع ما كانت عليه، فإن كمية حركتها
أ تقل للربع
ب تقل للنصف
ج تزداد لأربع أمثالها
د تظل كما هي

8 الأشكال التالية تعبر عن أربعة أجسام متساوية في الكتلة تتحرك حركة دائرية منتظمة، أي من هذه الأجسام يتأثر بقوة جاذبية مركزية أكبر ؟



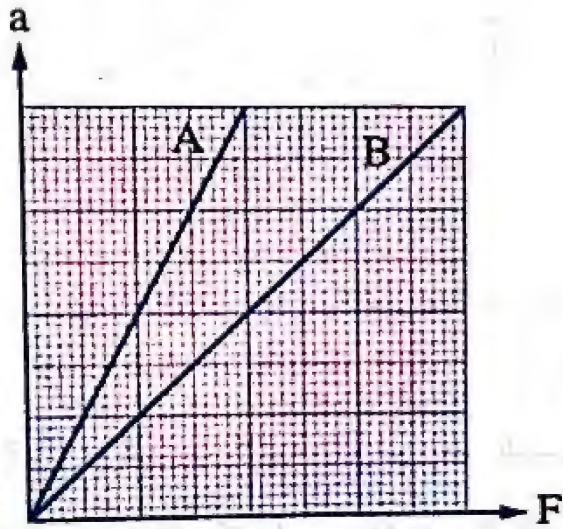
9 جسمان البعد بينهما r فإذا زادت كتلة أحد الجسمين للضعف، فإن مقدار التغير في البعد بينهما بحيث تقل قوة التجاذب المادي بينهما للنصف يساوي

- أ $\frac{r}{4}$
ب $\frac{r}{2}$
ج r
د $2r$

أجب عما يأتي (١١ : IV) :

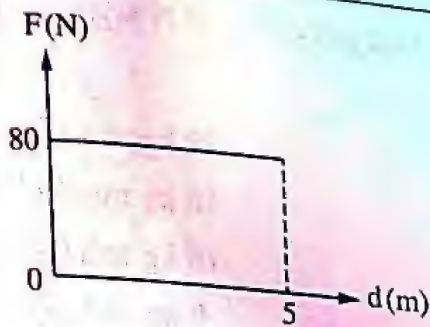


١١ أمسك طفل بخيط في نهايته حجر وحركه في مستوى دائري أفقى كما هو موضح باتجاه السهم على الشكل، فإذا ترك الطفل الخيط فجأة والحجر عند الموضع X، وضع على الشكل اتجاه حركة الحجر لحظة إفلاته.

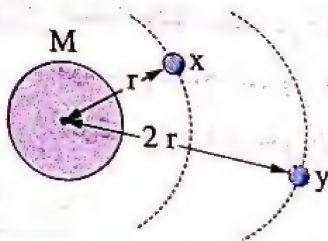


١٢ الشكل البياني المقابل يوضح تغير العجلة مع تغير مقدار القوة المحصلة المؤثرة على جسمين مختلفين A ، B ، احسب النسبة بين كتلة الجسم A وكتلة الجسم B

١٣ قُذفت كرتان متماثلتان من قمة مبنى إحداهما قُذفت رأسياً لأعلى والأخرى قُذفت رأسياً لأسفل بنفس السرعة الابتدائية، قارن بين طاقتي حركتهما لحظة اصطدامهما بسطح الأرض.



١٤ الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين القوة (F) المؤثرة على جسم والإزاحة (d) التي يقطعها الجسم نتيجة تأثره بهذه القوة، احسب مقدار الشغل المبذول على الجسم بواسطة هذه القوة.



١٥ الشكل المقابل يوضح نجم M يدور حوله كوكبان x ، y ، فإذا كانت كتلة الكوكب x هي 10^{24} kg وكانت قوة جذب النجم للكوكبين متساوية، احسب كتلة الكوكب y

١٦ احسب كتلة الأرض إذا علمت أن عجلة الجاذبية عند سطح الأرض 9.8 m/s^2 وثابت الجذب العام $6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ ونصف قطر الأرض $6.36 \times 10^6 \text{ m}$

١٧ جسم كتلته 35 kg رفع إلى سطح منزل باستخدام حبل أقصى قوة شد يتحملها 490 N احسب أقصى عجلة يمكن أن يكتسبها الجسم أثناء صعوده. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

١ يدور قمر صناعي حول كوكب بسرعة مماسية 9 km/s وكانت المسافة بين القمر الصناعي ومركز الكوكب $5.43 \times 10^6 \text{ m}$ ، فيكون الزمن الدوري للقمر الصناعي هو

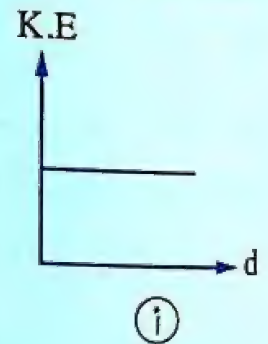
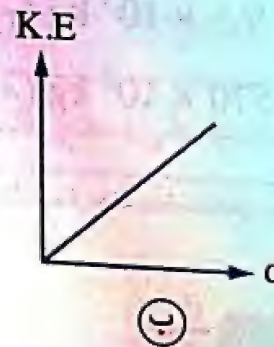
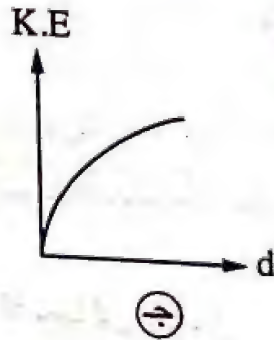
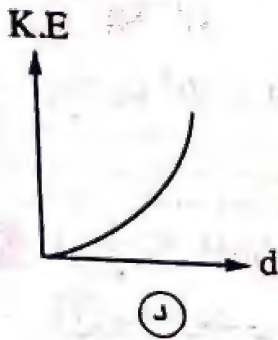
١. $1.21 \pi \times 10^3 \text{ s}$ (ب)

٢. $1.21 \pi \times 10^6 \text{ s}$ (ا)

٣. $6 \pi \times 10^3 \text{ s}$ (د)

٤. $6 \pi \times 10^6 \text{ s}$ (ج)

٢ إذا تحرك جسم من السكون بعجلة منتظمة (a) فإن الشكل البياني المعبر عن العلاقة بين الإزاحة المقطوعة وطاقة حركته هو



٢ حاول شخص دفع صندوق كتلته 50 kg موضوع على سطح أفقي خشن لكنه لم يستطع، فتكون محصلة القوى المؤثرة على الصندوق

١. 50 N (ب)

٢. 0 (ا)

٣. قيمة غير معلومة (د)

٤. 500 N (ج)

٣ كرتان متلامستان ومتماثلتان كتلة كل منهما m ونصف قطر كل منهما r ، فإن مقدار قوة الجذب المادي المتبادلة بينهما يكون

١. $\frac{Gm^2}{4r^2}$ (ب)

٢. $\frac{Gm^2}{r^2}$ (ا)

٣. $\frac{Gm^2}{2r^2}$ (د)

٤. $\frac{2Gm}{4r^2}$ (ج)

٥ * بزيادة بُعد القمر الصناعي عن مركز الأرض، فإن

السرعة المدارية	الزمن الدوري	
تقل	يقل	١
تزداد	يزداد	٢
تزداد	يقل	٣
تقل	يزداد	٤

٦ طيار يقود طائرة بسرعة 60 m/s في مسار دائري منتظم نصف قطره 200 m ، فإذا كانت القوة المركزية

اللازمة لبقاء الطائرة في مسارها الدائري $1.71 \times 10^5 \text{ N}$ ، فإن كتلة الطائرة تساوي

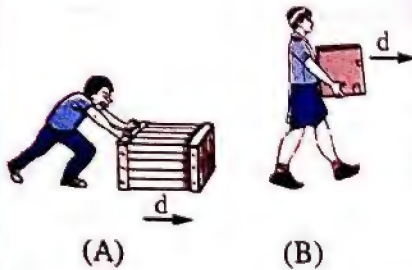
١ 10^3 kg

٢ $9.5 \times 10^3 \text{ kg}$

٣ $19 \times 10^3 \text{ kg}$

٤ $570 \times 10^3 \text{ kg}$

٧ في الشكل المقابل



١ يد الرجلين A ، B تبتذلان شغل

٢ يد الرجل A تبتذل شغل بينما يد الرجل B لا تبتذل شغل

٣ يد الرجل B تبتذل شغل بينما يد الرجل A لا تبتذل شغل

٤ يد الرجلين A ، B لا تبتذلان شغل

٨ يدور قمر صناعي كتلته 10^3 kg حول كوكب كتلته 10^{24} kg في مدار يبعد عن مركز الكوكب

$6.67 \times 10^5 \text{ m}$ ، فتكون السرعة المدارية للقمر الصناعي هي

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

١ 10^4 m/s

٢ 10^5 m/s

٣ 10^3 m/s

٤ $6.67 \times 10^3 \text{ m/s}$

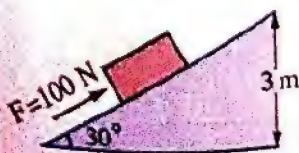
٩ من الشكل المقابل، الشغل المبذول بواسطة القوة F لدفع الصندوق

من مستوى الأرض لأعلى المستوى المائل يساوي

١ 300 J

٢ 450 J

٣ 600 J



إذا كانت قوة التجاذب المادي بين جسمين 0.04 N ، فإذا تضاعفت المسافة بينهما فإن قوة التجاذب المادي تصبح

0.01 N (د)

0.02 N (ج)

0.08 N (ب)

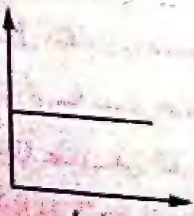
0.16 N (ا)

جب عما يأتي (II : IV) :

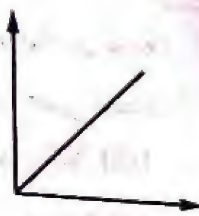
يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة بسرعة مماسية 10 m/s فيقطع إزاحة $10\sqrt{2} \text{ m}$ خلال $\frac{1}{4}$ دورة، احسب الزمن الدوري لهذا الجسم.

احسب النسبة بين عجلة الجاذبية على سطح القمر وعجلة الجاذبية على سطح الأرض إذا علمت أن كتلة الأرض $5.976 \times 10^{24} \text{ kg}$ ونصف قطرها $6.4 \times 10^6 \text{ m}$ وكتلة القمر $7.35 \times 10^{22} \text{ kg}$ ونصف قطره $1.74 \times 10^6 \text{ m}$

قُذِفَ جسم رأسياً إلى أعلى، ولديك ثلاثة أشكال بيانية (I)، (II)، (III) للتعبير عن العلاقة بين بعض الكميات الفيزيائية له،



(I)



(II)

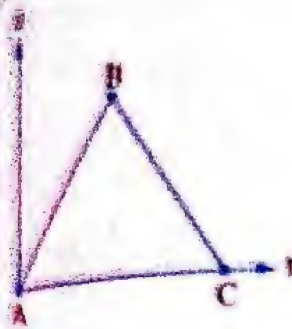


(III)

حدد أيها يصلح للتعبير عن العلاقة بين كل من :

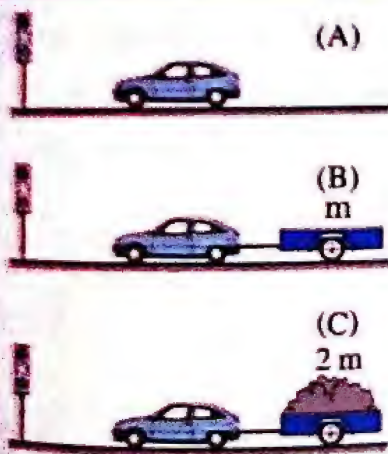
(I) طاقة الحركة وارتفاع الجسم عن سطح الأرض.

(II) الطاقة الميكانيكية وارتفاع الجسم عن سطح الأرض.



10. الشكل المقابل يوضح تغير سرعة العجلة المارة على جسم بدأ حركته من السكون بحركة الزمن. قمت أو قمت لتكون كمية تحرك الجسم :
(1) صفر
(2) أكبر ما يمكن

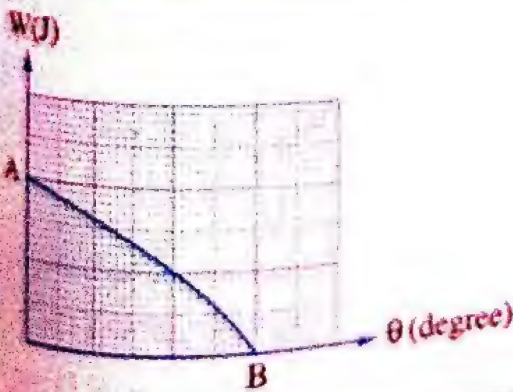
11. أثرت قوة محصلة F على جسم كتلته m فأكسبته عجلة a . فإذا أثرت قوة محصلة $4F$ على جسم كتلته $2m$. احسب العجلة التي يكتسبها الجسم الثاني بدلالة a

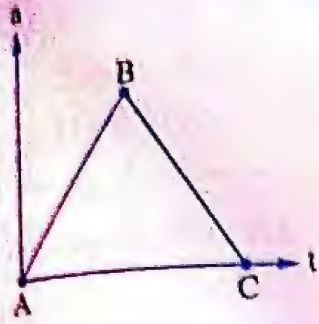


12. الشكل المقابل يوضح ثلاث سيارات متماثلة كتلة كل منها m . رتب تصاعدياً السيارات الثلاث من حيث أقصى قيمة للعجلة التي يمكن أن تتحرك بها كل منها بعد تجاوزها الإشارة.

13. الشكل المقابل يوضح العلاقة البيانية بين قيمة الشغل وزاوية ميل خط عمل القوة على اتجاه الحركة. إذا علمت أن القوة المسببة للحركة 100 N والإزاحة الحادثة 5 m . أوجد :

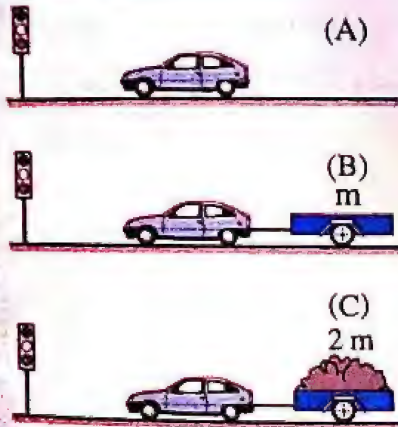
- (1) قيمة الشغل عند A
(2) قيمة الزاوية عند B



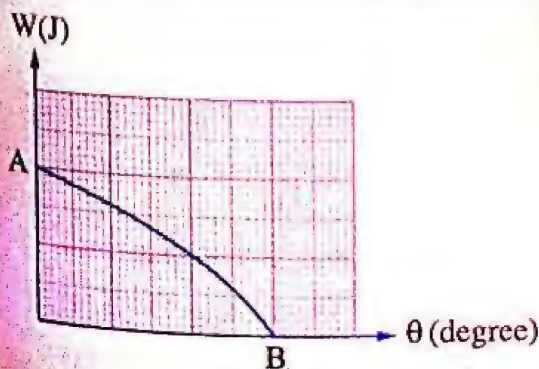


١٤ * الشكل البياني المقابل يعبر عن تغير العجلة المؤثرة على جسم بدأ حركته من السكون بمرور الزمن، فعند أي نقطة تكون كمية تحرك الجسم، (١) صفر، (٢) أكبر ما يمكن.

١٥ أثرت قوة محصلة F على جسم كتلته m فأكسبته عجلة a ، فإذا أثرت قوة محصلة $4F$ على جسم كتلته $2m$ ، احسب العجلة التي يكتسبها الجسم الثاني بدلالة a



١٦ الشكل المقابل يوضح ثلاث سيارات متماثلة كتلة كل منها m ، رتب تصاعدياً السيارات الثلاث من حيث أقصى قيمة للعجلة التي يمكن أن تتحرك بها كل منها بعد تجاوزها الإشارة.



١٧ * الشكل المقابل يوضح العلاقة البيانية بين قيمة الشغل وزاوية ميل خط عمل القوة على اتجاه الحركة، إذا علمت أن القوة المسببة للحركة 100 N والإزاحة الحادثة 5 m ، أوجد،

(١) قيمة الشغل عند A

(٢) قيمة الزاوية عند B

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٠) :

١ قمر صناعي يدور حول كوكب بسرعة $8.4 \times 10^3 \text{ m/s}$ ويستغرق زمن قدره 1.6 h ليدور دورة كاملة حول الكوكب، فإن طول المسار الدائري للقمر الصناعي يساوي

ب $3.95 \times 10^4 \text{ km}$

ا $3.62 \times 10^4 \text{ km}$

د $4.84 \times 10^4 \text{ km}$

ج $4.52 \times 10^4 \text{ km}$

٢ تسير سيارة كتلتها 1250 kg بسرعة 29.2 m/s ، فيكون الشغل الذي يجب أن تبذله المكابح لإيقاف السيارة يساوي حوالى

د -533 kJ

ج -426 kJ

ب 533 kJ

ا 426 kJ

٣ تجر طفلة عربة صغيرة كتلتها 0.5 kg على طريق أفقى مهمل الاحتكاك بقوة مقدارها 25 N ، فإن مقدار قوة جذب الأرض للعربة يساوي

د 25 N

ج 20 N

ب 5 N

ا 0.5 N



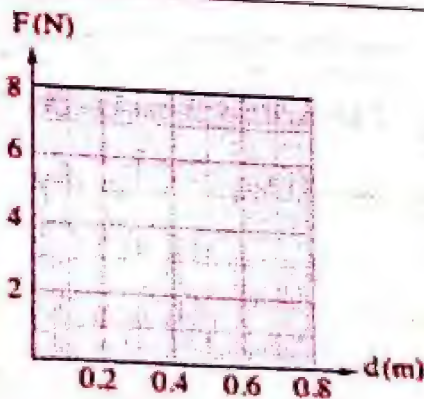
٤ * فى الشكل المقابل قمران صناعيان S_1 ، S_2 كتلتهما m ، $2m$ على الترتيب يدوران على ارتفاع متساوى من مركز الأرض، فتكون النسبة بين الزمن الدورى للقمر S_1 والزمن الدورى للقمر S_2 هى

ب $\frac{\sqrt{2}}{1}$

ا $\frac{2}{1}$

د $\frac{1}{1}$

ج $\frac{1}{2}$



٥ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين القوة (F) المؤثرة على جسم والإزاحة (d) التى يقطعها الجسم نتيجة تأثره بهذه القوة، فيكون مقدار الشغل الذى تبذله هذه القوة على الجسم هو

ب 3.2 J

ا 1 J

د 12.8 J

ج 6.4 J

٦ تتحرك عربة ملاهى من قمة التل الأول التى تبعد عن سطح الأرض مسافة رأسية 40 m بسرعة 2 m/s حتى وصلت إلى قمة التل الثانى الذى ارتفاعه عن سطح الأرض 15 m ، بإهمال قوى الاحتكاك ومقاومة الهواء تكون سرعة العربة عند قمة التل الثانى هى ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

١٢.٢٥ m/s (ب)

11.55 m/s (أ)

22.23 m/s (د)

18.22 m/s (ج)

٧ حجر مربوط بخيط ويدور حركة دائرية منتظمة فى مستوى أفقى، فإذا قطع الخيط فإن الحجر

(أ) يستمر فى الحركة حول المركز بنفس السرعة

(ب) يستمر فى الحركة حول المركز بسرعة أقل

(ج) يسقط مباشرة على الأرض

(د) يتحرك فى اتجاه مماس المسار الدائرى

٨ * قمر صناعى يدور فى مسار دائرى منتظم حول الأرض بسرعة مدارية $\sqrt{\frac{2GM}{3R}}$ حيث M كتلة الأرض و R نصف قطر الأرض، فإن ارتفاع القمر الصناعى عن سطح الأرض هو

$\frac{2R}{3}$ (ب)

R (أ)

$\frac{R}{2}$ (د)

$\frac{3R}{2}$ (ج)

٩ يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة نتيجة تأثيره بقوة محصلة مقدارها 40 N، فإذا كان مقدار إزاحة الجسم فى لحظة معينة 10 m فإن الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المركزية يساوى

4 J (ب)

0 J (أ)

400 J (د)

40 J (ج)

١٠ * سقطت كرة كتلتها 2 kg من ارتفاع 20 m فوق سطح مستوى صلب فاصطدمت به، فإذا قلت طاقتها بمقدار 76 J نتيجة الاصطدام فإنها ترتد لأعلى بسرعة مقدارها

($g = 10 \text{ m/s}^2$)

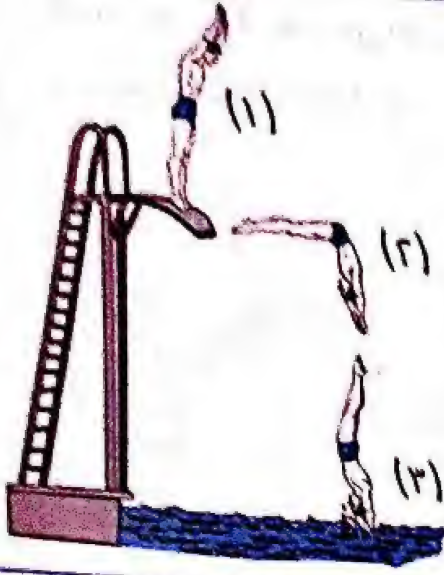
14 m/s (ب)

12 m/s (أ)

18 m/s (د)

16 m/s (ج)

أجب عما يأتي (١١ : ١٧) :



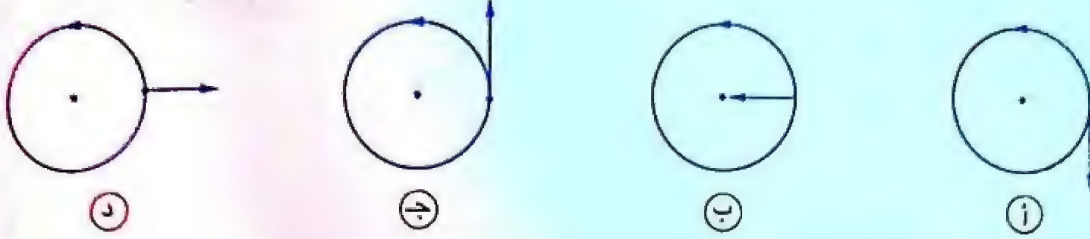
١١ في الشكل المقابل،
عند أي الموضع تكون طاقة الحركة للرجل أكبر
ما يمكن ؟ مع التعليل.

١٢ * سائق دراجة يصعد تلة على شكل قوس دائري نصف قطره 50 m، احسب أقصى سرعة يمكن أن
تسير بها الدراجة عندما تكون عند قمة التلة بحيث تبقى الدراجة ملامسة للتلة. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

١٣ * عندما تقفز من ارتفاع معين إلى سطح الأرض فإنك تتثنى رجلك لحظة ملامسة قدميك لسطح
الأرض، فسر ذلك.

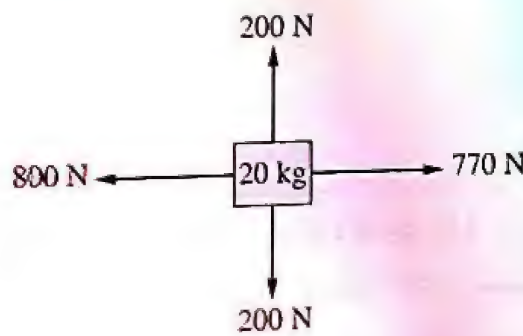
١٤ أمسك طفل بأحد طرفي خيط وعلق بالطرف الآخر كرة كتلتها 0.2 kg ثم أدار الخيط فتحركت الكرة في
مسار دائري أفقي نصف قطره 60 cm بانتظام بسرعة $\pi \text{ m/s}$ ، احسب قوة الشد في الخيط.

- ١٥ جسم كتلته m يتحرك فى مسار دائرى منتظم بسرعة v فى عكس اتجاه عقارب الساعة نتيجة تأثيره بقوة مركزية F ، فإى من الأشكال التالية يعبر عن ،
(١) اتجاه العجلة المركزية. (٢) اتجاه السرعة الخطية.

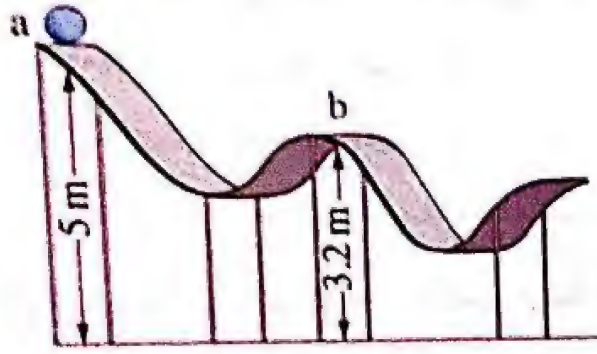


- ١٦ متزلج كتلته 52 kg يتحرك بسرعة 2.5 m/s ، احسب مقدار الشغل المبذول بفعل الاحتكاك مع الجليد ليتوقف المتزلج بعد أن يقطع مسافة 24 m

- ١٧ احسب مقدار القوة المحصلة المؤثرة على الكتلة وعجلة تحركها فى الشكل التالى.



اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٠) :



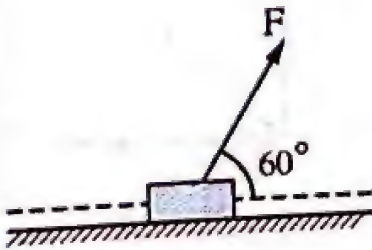
١ في الشكل المقابل انزلت كرة من السكون من النقطة a عبر مسار مهمل الاحتكاك، فإن سرعة الكرة عند النقطة b تساوى

- ١ 4 m/s
ب 5 m/s
ج 6 m/s
د 7.5 m/s

٢ * قمران صناعيان A ، B يدوران حول نفس الكوكب، فإذا كان نصف قطر مدار كل منهما $2 \times 10^6 \text{ m}$ ، 10^6 m على الترتيب والزمن الدوري للقمر الصناعى B هو $8 \times 10^7 \text{ s}$ ، فإن الزمن الدوري للقمر الصناعى A يساوى

- ١ $5 \times 10^5 \text{ s}$
ب $4 \times 10^6 \text{ s}$
ج $2.3 \times 10^8 \text{ s}$
د $4.5 \times 10^8 \text{ s}$

٣ في الشكل المقابل وضع صندوق خشبى على سطح أفقى أملس وأثرت عليه قوة F، فإذا كان مقدار الشغل المبذول لإزاحة الصندوق مسافة أفقية 20 m يساوى 1000 J، فإن القوة المؤثرة عليه (F) تساوى



- ١ 2000 N
ب 1000 N
ج 200 N
د 100 N

٤ قمر صناعى A يدور حول الأرض وآخر B يدور حول المريخ، فإذا كان نصفى قطرى مداريهما متساويًا وكتلة الأرض تسع أمثال كتلة المريخ، فإن النسبة بين السرعة الخطية للقمر A والسرعة الخطية للقمر B $\left(\frac{v_A}{v_B}\right)$ تساوى

- ١ $\frac{1}{9}$
ب $\frac{1}{3}$
ج $\frac{3}{1}$
د $\frac{9}{1}$

٥ تنكسر البيضة عادةً عند سقوطها على سطح صلب ولا تنكسر عند سقوطها على وسادة من نفس الارتفاع، لأن في حالة كسرها يكون

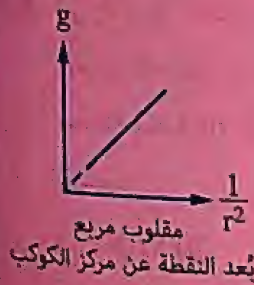
- أ) التغير في كمية الحركة أكبر
- ب) التغير في كمية الحركة أقل
- ج) زمن التوقف أكبر
- د) زمن التوقف أقل

٦ سقط جسم كتلته 2 kg من ارتفاع 10 m على أرض رخوة واستقر فيها بعد أن قطع مسافة 4 cm داخل الأرض الرخوة، فيكون متوسط القوة التي تؤثر بها الأرض الرخوة على الجسم يساوي

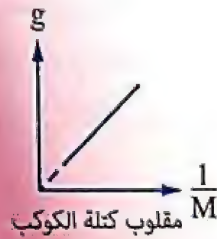
$$(g = 10 \text{ m/s}^2)$$

- أ) 200 N
- ب) 3000 N
- ج) 5000 N
- د) 8000 N

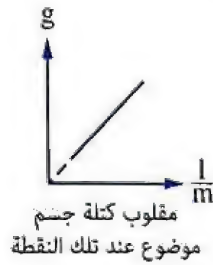
٧ الشكل البياني المعبر عن شدة مجال الجاذبية (g) لكوكب عند نقطة هو



أ



ب



ج



د

٨ جسمان متساويان في الكتلة فإذا تأثرا بقوتين محصلتين مختلفتين النسبة بينهما $\frac{3}{1}$ ، فإن النسبة بين عجلتي الحركة للجسمين على الترتيب هي

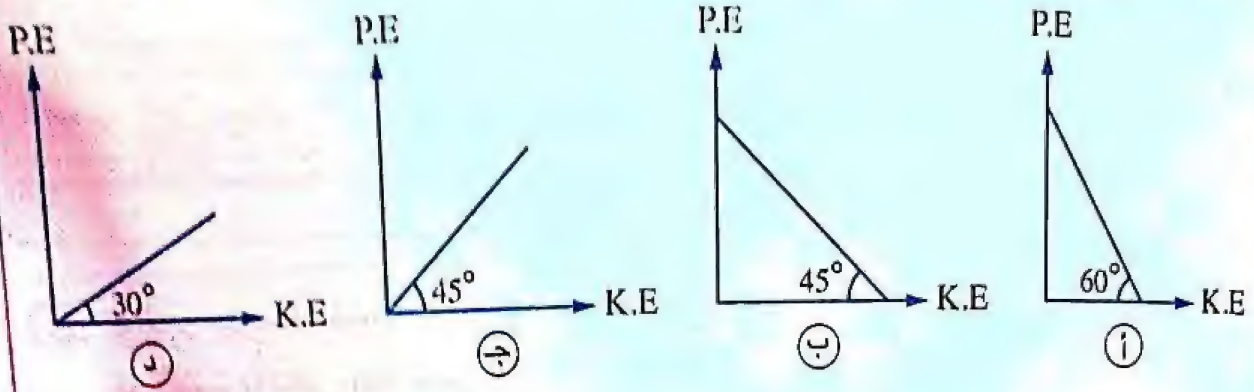
$$\frac{3}{1} \text{ ب}$$

$$\frac{9}{1} \text{ د}$$

$$\frac{1}{3} \text{ أ}$$

$$\frac{1}{9} \text{ ج}$$

٩ الشكل البياني الذي يمثل العلاقة بين P.E , K.E لجسم يسقط سقوطاً حراً في مجال جاذبية الأرض من ارتفاع ما عند رسمهما بنفس مقياس الرسم هو



١٠ عجلة الجاذبية على سطح كويكب كتلته $7 \times 10^{21} \text{ kg}$ ونصف قطره 500 km تساوى
(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

١٢.٠٨ m/s^2 (ب)

٢١.٢١ m/s^2 (ا)

١.٨٧ m/s^2 (د)

٨.٢٢ m/s^2 (ج)

أجب عما يأتى (١١ : IV) :

١١ تظهر قوة التجاذب المادى بين الأجرام السماوية ولا تظهر بين الأشخاص، فسر ذلك.

.....
.....

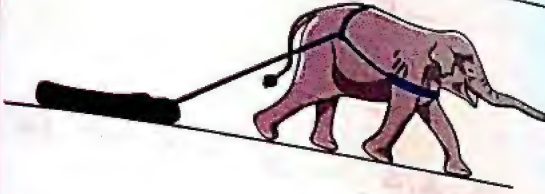
١٢ بدأت سيارة الحركة فى مسار منحنى زلق فلاحظ سائقها أن السيارة تنحرف عن المسار المنحنى، فسر ذلك.

.....
.....

١٣ ربط شخص كرة كتلتها 0.25 kg فى أحد طرفى حبل ثم أداره فى مستوى أفقى من الطرف الآخر بسرعة خطية 5 m/s. فإذا كانت المسافة من مركز الكرة إلى مركز الدوران 1 m وكانت أقصى قوة شد يتحملها الحبل 12 N فهل ينقطع الحبل ؟ وماذا ؟

.....
.....
.....

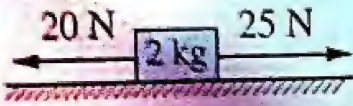
١٤ * يدور قمر صناعي على ارتفاع 10^6 m من مركز كوكب ما ، فإذا كانت عجلة الجاذبية عند مداره 9 m/s^2 احسب السرعة المدارية له.



١٥ * يجر فيل ساقاً خشبية كتلتها 1 ton على سطح أفقي بسرعة تتغير بانتظام من 1 m/s إلى 4 m/s خلال 2 s فإذا كانت قوى الاحتكاك بين الساق والأرض هي 400 N ، احسب المركبة الأفقية لقوة الشد في الحبل.

١٦ كرة كتلتها 3 kg تتحرك على مستوى أفقي بسرعة 2 m/s اصطدمت بحائط وارتدت بنصف سرعتها ، احسب الطاقة المفقودة نتيجة التصادم.

١٧ دخل جسم كتلته 8 kg بسرعة 20 m/s إلى سطح خشن فتناقصت سرعته بسبب الاحتكاك حتى توقف تماماً بعد أن قطع مسافة 40 m ، احسب مقدار متوسط قوة الاحتكاك.



١ مستعيناً بالشكل المقابل، يتحرك الجسم بعجلة مقدارها

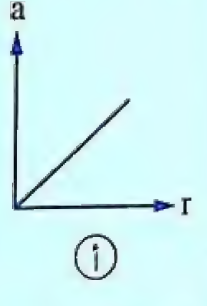
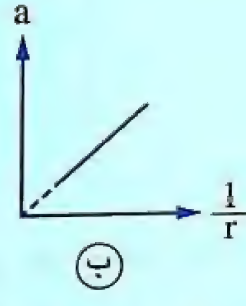
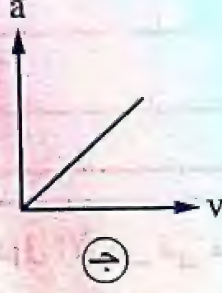
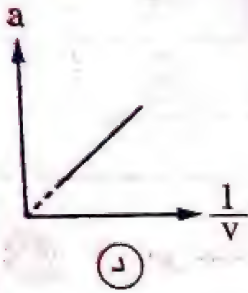
٢.٥ m/s² (أ)

7.5 m/s² (ب)

12.5 m/s² (د)

10 m/s² (ج)

٢ الشكل البياني المعبر عن العجلة المركزية لجسم يتحرك في مسار دائري منتظم هو



٢ تتحرك سيارة صغيرة كتلتها 1400 kg بسرعة قدرها 18 m/s على أرض أفقية وعندما ضغط السائق على دواسة البنزين تأثرت السيارة بقوة ثابتة فأصبحت سرعتها 25 m/s، فإن مقدار الشغل الذي تبذله هذه القوة يساوي

10⁵ J (د)

2.1 × 10⁵ J (ج)

2.2 × 10⁵ J (ب)

2.75 × 10⁵ J (أ)

٤ الشكل المقابل يوضح سيارتين طاقتي حركتهما

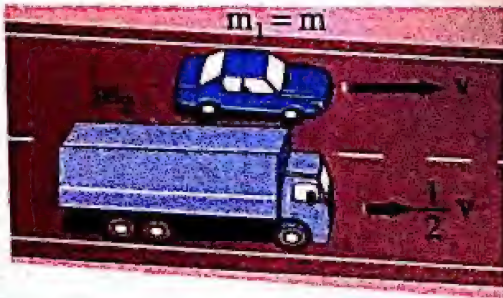
متساويتين، فتكون قيمة m₂ هي

2 m (ب)

m (أ)

8 m (د)

4 m (ج)



٥ * قمر صناعي يدور حول الأرض، فإذا كانت كتلته 300 kg ومقدار كمية تحركه الخطية

1.77 × 10⁶ kg.m/s، فإن نصف قطر مداره يساوي

(علمًا بأن : M = 5.98 × 10²⁴ kg ، G = 6.67 × 10⁻¹¹ N.m²/kg²)

8.59 × 10³ km (ب)

5.73 × 10³ km (أ)

17.18 × 10³ km (د)

11.46 × 10³ km (ج)

٦ أسقط شخص جسم كتلته 0.2 kg من ارتفاع 10 m فوق سطح الأرض والتقطه شخص آخر بيديه على ارتفاع 1.5 m من سطح الأرض، فإن

قيمة الشغل المبذول على الجسم (J)	قيمة النقص في طاقة وضع الجسم (J)	
20	20	١
17	20	ب
20	17	ج
17	17	د



٧ * قمر صناعي يدور حول الأرض في مسار دائري على ارتفاع من سطح الأرض يساوي $\frac{1}{3}$ نصف قطر الأرض، فإذا كانت عجلة الجاذبية على سطح الأرض 10 m/s^2 ، تكون عجلة الجاذبية عند هذا الارتفاع هي

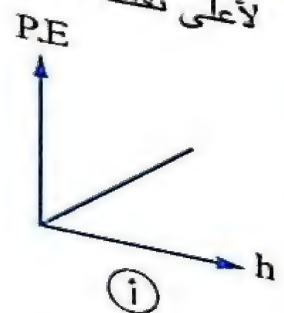
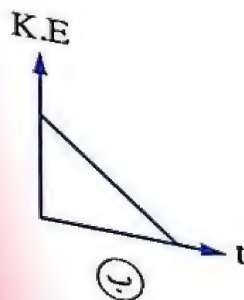
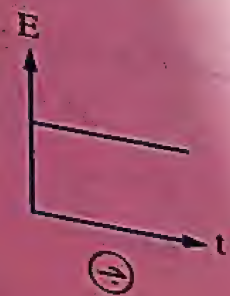
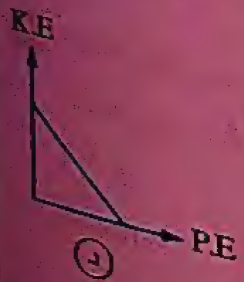
٣٠ m/s^2 (د)

١٠ m/s^2 (ج)

٥.٦ m/s^2 (ب)

٢.٥ m/s^2 (١)

٨ أي من الأشكال البيانية التالية لا يمكن أن يعبر عن جسم مقذوف رأسيًا لأعلى حتى وصوله لأعلى نقطة؟



٩ كرتان معلقتان بجوار بعضهما بحيث يكون البعد بين مركزيهما 0.4 m ، فإذا كان وزنهما $9.8 \times 10^2 \text{ N}$ ، $1.96 \times 10^2 \text{ N}$ فإن مقدار قوة التجاذب المادي بينهما يساوي تقريباً

$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ ، $g = 10 \text{ m/s}^2$

$8 \times 10^{-7} \text{ N}$ (ب)

10^{-6} N (د)

$6 \times 10^{-7} \text{ N}$ (ج)

١٠ يدور جسم فى مسار دائرى أفقى نصف قطره $\frac{10}{\pi}$ m بحيث يتم دورة كاملة كل 0.5 s، فتكون قيمة سرعته المماسية هى

- (أ) 100 m/s (ب) 40 m/s (ج) $\pi \text{ m/s}$ (د) $100 \pi \text{ m/s}$

أجب عما يأتى (١١ : ١٧) :

١١ عندما يتحرك جسم بسرعة ثابتة على سطح أفقى فإن الشغل المبذول عليه بواسطة القوة المحصلة يكون مساوياً للصفر، فسر ذلك.

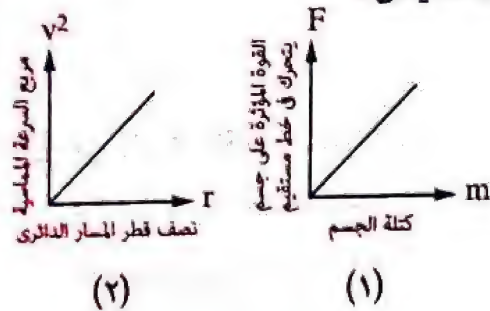
.....

.....

.....

.....

١٢ اكتب العلاقة الرياضية وما يساويه ميل الخط المستقيم لكل مما يأتى :



.....

.....

.....

.....

١٣ يصعد أحمد جبل عبر طريق قصير حاد (ميله عن الأفقى كبير) بينما يصعد محمد نفس الجبل عبر طريق طويـل ممهد (ميله عن الأفقى قليل)، قارن بين الشغل الذى تبذله الجاذبية على كل منهما، مع توضيح إجابتك.

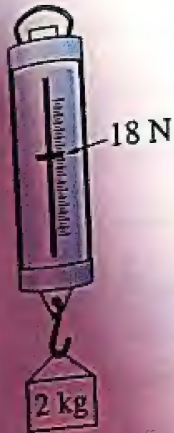
.....

.....

.....

.....

١٤ * إذا كان الجدول التالي يوضح الأوزان المختلفة لجسم عند وضعه على أربعة كواكب مختلفة،



الكوكب	وزن الجسم بالنيوتن
الأرض	100
المشتري	250
عطارد	40
الزهرة	90

فما الكوكب الذي يكون على سطحه قياس وزن جسم كتلته 2 kg كما بالشكل المقابل ؟ (علمًا بأن : عجلة الجاذبية الأرضية = 10 m/s^2)

.....

.....

.....

.....

.....

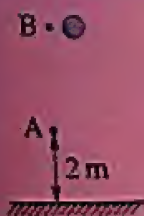
.....

.....

١٥ في الشكل المقابل جسم كتلته 10 kg يسقط سقوطًا حراً،

فإذا كانت طاقته الميكانيكية عند النقطة B هي 800 J،

احسب طاقة حركته عند النقطة A ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



.....

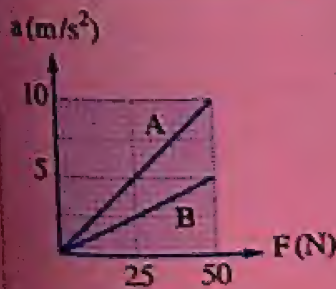
.....

.....

١٦ الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين عجلة حركة جسمين

A و B والقوة المسببة لهذه الحركة، احسب النسبة بين كتلة

الجسم A وكتلة الجسم B



.....

.....

.....

١٧ * يدور قمران حول كوكب ما فإذا كان القمر الأول يستغرق 20 يومًا ليدور دورة كاملة حول الكوكب ويبعد عن مركزه $2 \times 10^5 \text{ km}$ في حين أن القمر الثاني يستغرق 160 يومًا، احسب بُعد القمر الثاني عن مركز الكوكب.

احرص على اقتناء الامتحانات

جميع المواد (في)

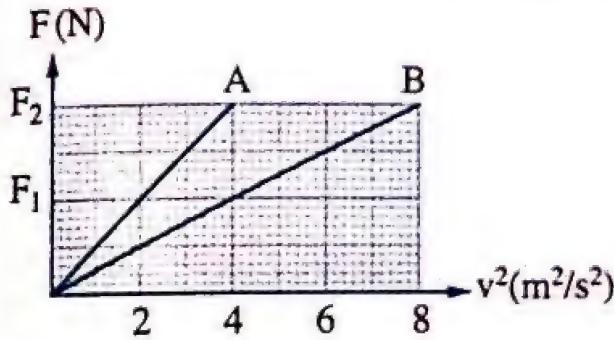
للف 1 الثانوي



اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٠) :

١ تستخدم الوسادة الهوائية لحماية السائق لأنها تقلل قوة التصادم نتيجة

- أ) زيادة الفترة الزمنية للتغير في كمية التحرك
- ب) زيادة كمية التحرك
- ج) نقص الفترة الزمنية للتغير في كمية التحرك
- د) نقص كمية التحرك



٢ * الشكل البياني المقابل يعبر عن العلاقة

بين القوة المركزية المؤثرة على جسمين A ، B لهما نفس الكتلة ومربع السرعة الخطية التي يتحرك بها كل منهما في مسار دائري منتظم، فتكون النسبة بين نصفى قطرى المدارين $\left(\frac{r_A}{r_B}\right)$ هي

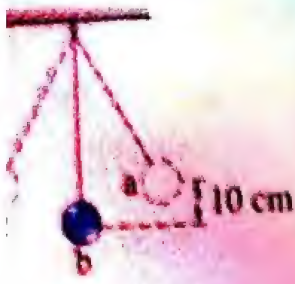
- أ) $\frac{1}{2}$
- ب) $\frac{\sqrt{2}}{1}$
- ج) $\frac{4}{1}$
- د) $\frac{1}{4}$

٣ يدور جسم في مسار دائري بسرعة 10 m/s وكانت المسافة التي قطعها خلال نصف دورة هي 44 m، فيكون الزمن الدورى لحركته الدائرية هو

- أ) 22 s
- ب) 8.8 s
- ج) 4.4 s
- د) $\frac{22}{7}$ s

٤ إذا بُذل شغل على جسم فتضاعفت طاقة حركته وكانت سرعة الجسم قبل بذل الشغل v_1 ، فإن سرعته بعد تضاعف طاقة حركته تساوى

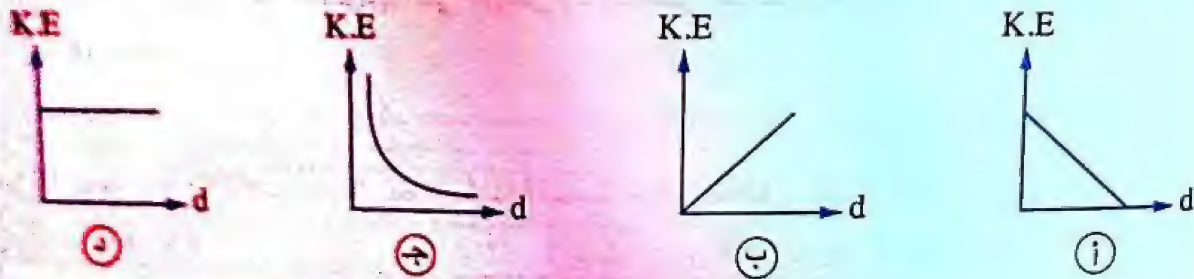
- أ) $v_1\sqrt{2}$
- ب) $2v_1$
- ج) $v_1\sqrt{3}$
- د) $4v_1$



الشكل المقابل يوضح كرة بندول كتلتها 15 g تبدأ حركتها من النقطة b وتصل سرعتها للصفر عند الموضعين a ، c ، فإن $(g = 10 \text{ m/s}^2)$

أقصى قيمة لطاقة الوضع (J)	أقصى قيمة لطاقة الحركة (J)	
0.03	0.03	Ⓐ
0.03	0.015	Ⓑ
0.015	0.03	Ⓒ
0.015	0.015	Ⓓ

الشكل البياني المعبر عن العلاقة بين طاقة حركة جسم (K.E) يسقط سقوطًا حرًا وبُعده (d) عن موضعه الأصلي هو



يُدور قمر صناعي حول الأرض في مسار دائري بُعده عن سطح الأرض يساوي ضعف نصف قطر الأرض، فتكون عجلة الجاذبية الأرضية الذي يتحرك بها القمر الصناعي هي
(علمًا بأن : عجلة الجاذبية عند سطح الأرض $= 9.8 \text{ m/s}^2$)

- Ⓐ 1.09 m/s^2 Ⓑ 3.27 m/s^2
Ⓒ 4.9 m/s^2 Ⓓ 2.45 m/s^2

قمر صناعي نصف قطر مداره يساوي قطر الأرض، فإن الزمن الذي يستغرقه القمر الصناعي لعمل دورة كاملة حول الأرض يساوي

- (علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$, $M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$, $R = 6400 \text{ km}$)
Ⓐ $14.39 \times 10^3 \text{ s}$ Ⓑ $15.1 \times 10^3 \text{ s}$
Ⓒ $15.96 \times 10^3 \text{ s}$ Ⓓ $16.2 \times 10^3 \text{ s}$

٩ يسقط جسم كتلته 19 kg سقوطاً حراً من ارتفاع قدره 60 m فإن طاقة حركته عند منتصف مسافة السقوط تساوى

5700 J (ب)

2850 J (ا)

11400 J (د)

8550 J (ج)

١٠ يدور جسم فى مسار دائرى منتظم نصف قطره 25 cm نتيجة تأثيره بقوة مركزية تساوى عددياً أربع أضعاف كتلته فتكون سرعته المماسية بعد ربع دورة هى

1 m/s (ب)

0.5 m/s (ا)

2 m/s (د)

1.5 m/s (ج)

• أجب عما يأتى (١١ : ١٧) :

١١ تنكسر البيضة عند سقوطها على الأرض ولا تنكسر عند سقوطها على وسادة من نفس الارتفاع، فسر ذلك.

.....

.....

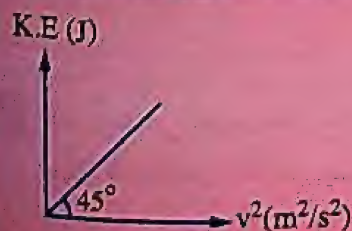
.....

١٢ بدأت سيارة الحركة فى مسار منحنى زلق فلاحظ سائقها أن السيارة تنحرف عن المسار المنحنى، فسر ذلك.

.....

.....

.....



١٣ * الشكل البيانى المقابل يعبر عن

العلاقة بين طاقة حركة جسم ومربع

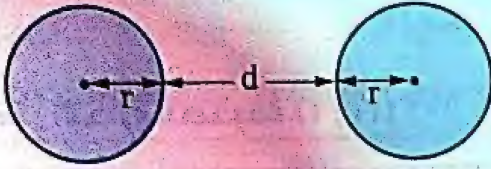
سرعته عند تمثيلها بنفس مقياس

الرسم، احسب كتلة الجسم.

.....

.....

.....



١٤ الشكل المقابل يوضح جسمين كرويين متماثلين قوة التجاذب

المادى بينهما $\frac{Gm^2}{16r^2}$ ، احسب قيمة المسافة d بدلالة r

١٥ قذف جسم كتلته 10 kg رأسياً لأعلى فكانت سرعته 5 m/s عندما كان على ارتفاع 5 m من سطح

الأرض، احسب سرعته على ارتفاع 2 m من سطح الأرض. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

١٦ يتولى ونش سحب سيارة أفقياً فكانت القوة المحصلة المؤثرة على السيارة 3000 N والعجلة التي

تتحرك بها 2 m/s^2 ، أوجد كل من كتلة ووزن السيارة. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

١٧ * كوكب كتلته M يدور حوله قمران كتلتيهما m_1 ، m_2 ونصفى قطرى مداريهما

r_1 ، r_2 على الترتيب فإذا أهملنا قوى التجاذب بين القمرين وكان $m_1 = 2m_2$ ، $4r_1 = r_2$ ،

احسب النسبة بين الزمن الدورى لكل منهما $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)$.

• اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٠) :

١ جسم وزنه على سطح القمر 160 N فإذا كانت النسبة بين شدة مجال الجاذبية عند سطح القمر وشدة مجال الجاذبية عند سطح المشتري على الترتيب هي $\frac{2}{31}$ ، فإن وزن نفس الجسم على سطح المشتري يساوي

١240 N (ب)

10.3 N (ا)

6200 N (د)

2480 N (ج)

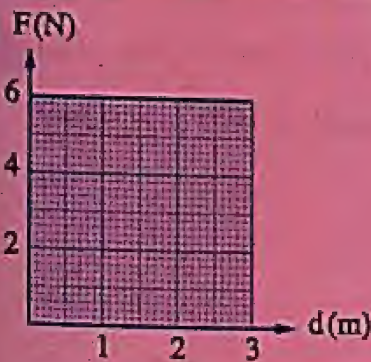
٢ * إذا زادت سرعة جسم إلى مثلي قيمتها فإن طاقة حركته تصبح ما كانت عليه.

(ب) نصف

(ا) ربع

(د) أربعة أمثال

(ج) ضعف



٣ الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين القوة الأفقية المؤثرة على جسم ومقدار الإزاحة الأفقية التي يتحركها الجسم بفعل هذه القوة، فإن الشغل المبذول بواسطة هذه القوة يساوي

18 J (ب)

9 J (ا)

54 J (د)

36 J (ج)

٤ قمر صناعي يدور حول كوكب بسرعة 2×10^5 m/s في مدار نصف قطره 6.7×10^4 km ، فتكون كتلة الكوكب هي
(علماً بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11}$ N.m²/kg²)

2.5×10^{18} kg (ا)

2.5×10^{23} kg (ب)

4.02×10^{20} kg (ج)

4.02×10^{28} kg (د)

٥ جسم كتلته 40 kg على سطح القمر، فإن وزنه على سطح الأرض
(علمًا بأن : عجلة الجاذبية الأرضية = 10 m/s^2)

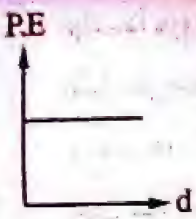
392 N (ب)

400 N (ا)

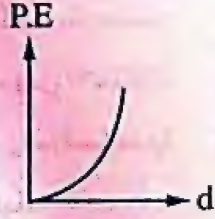
60 N (د)

66 N (ج)

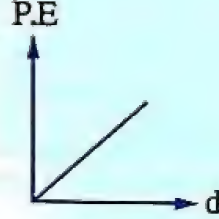
٦ الشكل البياني المعبر عن العلاقة بين طاقة وضع جسم (P.E) يسقط سقوطًا حرًا ويُعدده (d) عن موضعه الأصلي هو



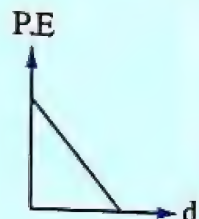
(د)



(ج)



(ب)



(ا)

٧ جسم يتحرك في مسار دائري بسرعة ثابتة، فيكون اتجاه عجلته حركته

(ب) في اتجاه مركز الدوران

(ا) في اتجاه سرعته

(د) مماسًا للمسار الدائري

(ج) بعيدًا عن مركز الدائرة

٨ سقط جسم سقوطًا حرًا ففي اللحظة التي تكون فيها طاقة وضعه أقل من طاقة وضعه لحظة سقوطه

بتقدير 100 J تكون طاقة حركته مساوية لـ

100 J (ب)

50 J (ا)

400 J (د)

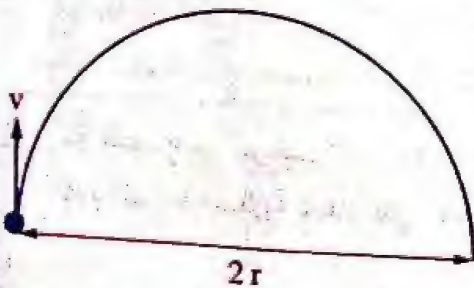
200 J (ج)

٩ الشكل المقابل يوضح جسم يتحرك في منحنى

على شكل نصف دائرة بسرعة ثابتة، فإذا قطع

المنحنى خلال 8 s فإن السرعة المماسية للجسم

تساوى m/s



$\frac{\pi r}{4}$ (ب)

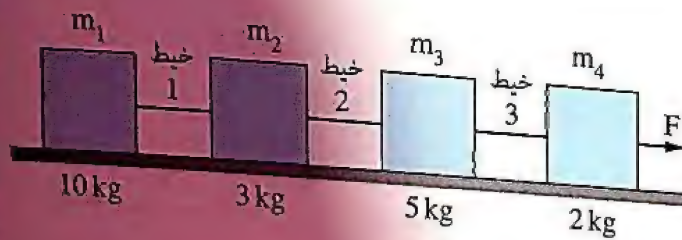
$\frac{\pi r}{2}$ (ا)

$\frac{\pi r}{16}$ (د)

$\frac{\pi r}{8}$ (ج)

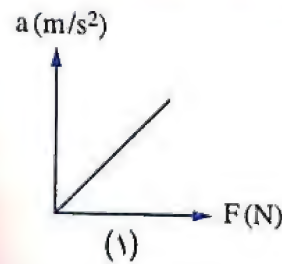
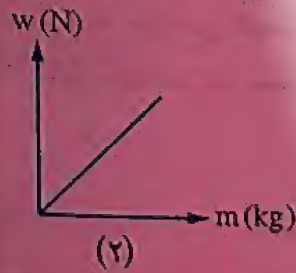
- ١٠ كرة معدنية كتلتها 0.5 kg تدور في مسار دائري أفقي نصف قطره 10 cm بمعدل 150 دورة كل نصف دقيقة، فإن القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الكرة تساوي N
- أ 2π ب 5π
ج $10\pi^2$ د $5\pi^2$

١١. أجب عما يأتي (١١ : ١٧) :



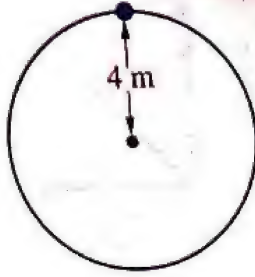
الشكل المقابل يوضح أربع كتل متصلة بواسطة خيوط مهملة الكتلة، يتم سحب الكتل على سطح أملس مهمل الاحتكاك بواسطة قوة أفقية (F)، رتب تصاعدياً الكتل طبقاً لعجلة تحركها.

١٢. اكتب العلاقة الرياضية التي يعبر عنها الشكل البياني وما يساويه ميل الخط المستقيم لكل مما يأتي :



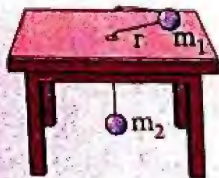
- ١٣ وفقاً للنموذج بور لتركيب الذرة يدور الإلكترون حول النواة في مدار دائري منتظم، وضع لماذا لا يتبدل القوة الجاذبة المركزية شغلاً على الإلكترون أثناء دورانه.

١٤ لا يحدث تصادم بين قمرين صناعيين يتحركان في نفس المدار وفي نفس الاتجاه، فسر ذلك.



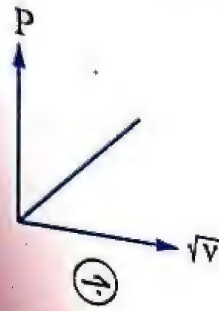
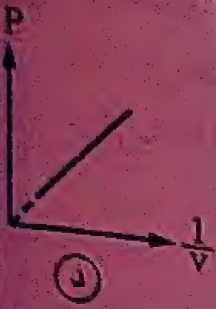
١٥ الشكل المقابل يوضح جسم كتلته 1 kg يتحرك في مسار دائري أفقي بسرعة منتظمة. تحت تأثير قوة جاذبة مركزية 100 N، احسب الزمن الدوري لحركة هذا الجسم.

١٦ * يدور قمران صناعيان حول الأرض، فإذا كان القمر الأول يدور في مدار متزامن مع الأرض نصف قطره 4.23×10^7 m والقمر الثاني يدور في مدار آخر زمنه الدوري 12 ساعة، احسب السرعة المدارية للقمر الثاني.



١٧ درساك يمر عبر فتحة في منضدة يتصل بأحد طرفيه كتلة m_1 تتحرك بسرعة v في مسار دائري منتظم نصف قطره r ومعلق في طرفه الآخر كتلة m_2 كما بالشكل، أوجد r بدلالة كل من m_1 ، m_2 ، g ، v (مع إهمال قوى الاحتكاك).

١. اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٠) :



١

٢. إذا قل البعد بين جسمين للنصف وقلت كتلة كل منهما للنصف، فإن قوة التجاذب المادي بينهما

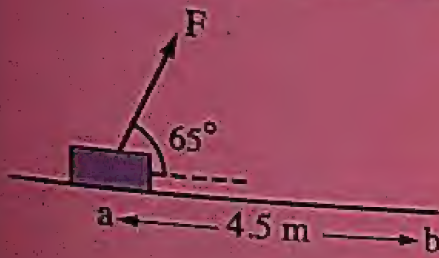
ا. تقل للربع

ب. تزداد لأربعة أمثالها

ج. تبقى ثابتة

د. تقل للنصف

٢

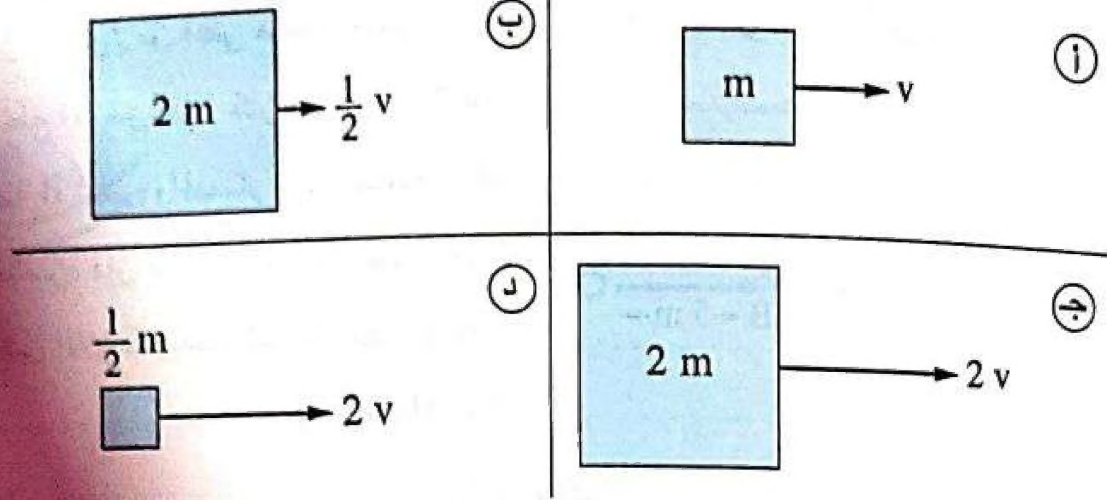


٣. في الشكل المقابل كتلة مقدارها 5 kg موضوعة على مستوى أفقي، أثرت عليها قوة 40 N فحركتها من السكون مسافة 4.5 m من النقطة a إلى النقطة b، فإذا كانت قوى الاحتكاك 15 N فإن

٣

السرعة عند b (m/s)	الشغل المبذول على الكتلة بواسطة القوة المحصلة عند حركة الكتلة من a إلى b (J)	
10.6	112.5	ا
10.6	8.6	ب
1.85	112.5	ج
1.85	8.6	د

٤ الأشكال التالية توضح أربعة أجسام مختلفة الكتلة ومتحركة، أى من هذه الأجسام له طاقة حركة أكبر؟



٥ * قمر صناعى متزامن مع الأرض أى يدور حول الأرض فوق نقطة ثابتة وعلى ارتفاع $36 \times 10^3 \text{ km}$ من سطحها، فتكون السرعة المدارية للقمر الصناعى هى (علماً بأن : $R = 6378 \text{ km}$)

١ $2.05 \times 10^3 \text{ m/s}$

ب $2.92 \times 10^3 \text{ m/s}$

ج $3.08 \times 10^3 \text{ m/s}$

د $3.64 \times 10^3 \text{ m/s}$

٦ يكون الشغل المبذول على جسم سالباً عندما تكون القوة المؤثرة عليه اتجاه الإزاحة.

أ فى نفس

ب عكس

ج عمودية على

د تصنع زاوية حادة مع

٧ جسمان A ، B كتلتهما على الترتيب m ، $2m$ على بُعد ثابت من بعضهما، فإذا كان مقدار قوة جذب

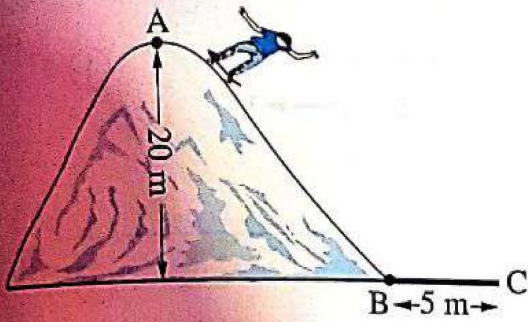
الجسم B للجسم A يساوى F فإن مقدار قوة جذب الجسم A للجسم B يساوى

ب F

د $4F$

١ $\frac{F}{2}$

ج $2F$



٨ * الشكل المقابل يوضح مسار متزلج كتلته 80 kg

ينزلق بدءاً من السكون من أعلى منحدر وعلى ارتفاع 20 m من سطح الأرض، فإذا كان المسار من النقطة A إلى النقطة B أملس والمسار من النقطة B إلى النقطة C خشن، فإن متوسط قوة الاحتكاك مع السطح الخشن اللازمة لإيقاف المتزلج عند النقطة C يساوي

١ - 1600 N

٢ - 2400 N

٣ - 3200 N

٤ - 4000 N

٩ قمر صناعي يدور حول الأرض بسرعة خطية 7613 m/s ويتم دورة كاملة خلال 94.4 min، فإن نصف قطر مداره يساوي

١ - 4242 km

٢ - 5784 km

٣ - 6866 km

٤ - 7200 km

١٠ إذا كانت قوة التجاذب المادي بين شخصين F عندما يكون البعد بينهما d، فإذا أصبح البعد بينهما ثلاثة أمثال ما كان عليه فإن القوة تصبح

١ - 9 F

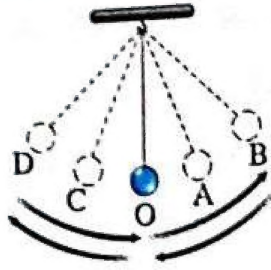
٢ - 3 F

٣ - $\frac{1}{3} F$

٤ - $\frac{1}{9} F$

• أجب عما يأتي (١١ : ١٧) :

١١ جسم كتلته 1 kg يتحرك حركة دائرية منتظمة بحيث يقطع مسافة 10 m خلال 1 s، احسب السرعة المماسية للجسم.



الشكل المقابل يبين بندول طاقته الميكانيكية

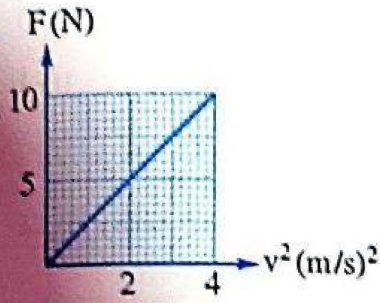
10 J يتحرك بين النقطتين B ، D ماراً

بالنقاط A ، O ، C ، احسب طاقة الوضع

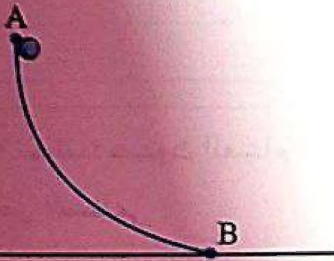
عند B وطاقة الحركة عند كل من D ، O

١٣ إذا تخيلنا حدوث انعدام مفاجئ لسرعة دوران القمر الصناعي حول الأرض، ماذا يحدث لمسار القمر الصناعي ؟

١٤ أي نقطة على سطح الأرض يكون لها أكبر سرعة خطية بالنسبة لمحور الأرض، هل النقطة عند خط الاستواء أم تلك التي تقع عند مداري الجدي والسرطان ؟



١٥ الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين القوة المركزية المؤثرة على كرة تتحرك في مسار دائري نصف قطره 0.4 m ومربع السرعة المماسية للكرة، احسب كتلة الكرة.



١٦ تنزل كرة من السكون على منحدر عديم الاحتكاك، قارن بين كل من طاقة الوضع وطاقة الحركة و الطاقة الميكانيكية للكرة عند الموضعين A ، B

١٧ أثرت قوتان متساويتان على جسمين كتليهما 5 kg، 1 kg فاكسبت الكتلة الثانية عجلة 20 m/s^2 ، احسب العجلة التي تتحرك بها الكتلة الأولى.